

**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»**

ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

**Материалы XI Национальной конференции
с международным участием**

**САРАТОВ
Октябрь 2025**

УДК 69:62:71:72:33
ББК 38:85.11
О 72

Рецензенты:

Профессор кафедры «Мелиорация земель и КИВР»
ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет,
доктор технических наук, профессор
Григорьев Сергей Михайлович

Профессор кафедры «Гидромелиорация, природообустройство и строительство
в АПК» ФГБОУ ВО Вавиловский университет,
доктор технических наук, профессор
Кравчук Алексей Владимирович

Основы рационального природопользования: Материалы XI
Национальной конференции с международным участием. – Саратов : ФГБОУ
ВО Вавиловский университет, 2025. – 442 с.

ISBN 978-5-7011-0897-2

В сборнике содержатся материалы XI Национальной конференции с международным участием, проведенной 16 октября 2025 года кафедрой «Гидромелиорация, природообустройство и строительство в АПК» ФГБОУ ВО Вавиловский университет, г. Саратов. Включенные в сборник материалы исследований ученых, аспирантов и соискателей посвящены проблемам и перспективам развития в области природообустройства, гидромелиорации, строительства, совершенствования машин, оборудования, материалов и технологий; вопросам водо-, тепло-, газоснабжения; энергосбережения, энергобезопасности, организации градостроительства и архитектуры; энерго- и ресурсосберегающих технологий; производства строительных материалов; цифровизации процессов управления ресурсами.

Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов.

Материалы изданы в авторской редакции.

Ответственные за выпуск:
канд. техн. наук, доц. **С.С.Елисеев**
канд. техн. наук, доц. **Т.В. Федюнина**

УДК 69:62:71:72:332
ББК 38:85.11
О72

©Коллектив авторов (тексты статей), 2025
©ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025

Секция 1
Современные проблемы и перспективы развития
природообустройства и гидромелиорации

Научная статья
УДК 631.6

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПОВЫШЕНИЯ
ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЁЖНОСТИ ОБЛИЦОВАННЫХ
ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ

Фярид Кинжаевич Абдразаков, заслуженный деятель науки РФ, д.т.н., профессор¹

Андрей Алексеевич Рукавишников, к.т.н., доцент²

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

¹abdrazakov.fk@mail.ru

²andreirukavishn@gmail.com

Аннотация. В статье приведено теоретическое обоснование повышения эксплуатационной надёжности облицованных оросительных каналов. Рассмотрены основные факторы, влияющие на долговечность бетонных облицовок: напряжённо-деформированное состояние, температурно-влажностные воздействия и фильтрационные процессы. Разработаны зависимости для оценки вероятности безотказной работы облицовки, учтено влияние толщины, армирования и свойств материала на общий показатель надёжности. Определены оптимальные конструктивные параметры, обеспечивающие выполнение условий прочности, водонепроницаемости и термоустойчивости при эксплуатации каналов в засушливых регионах. Предложен комплексный критерий надёжности, основанный на произведении частных надёжностей по основным видам воздействий. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании и эксплуатации оросительных систем.

Ключевые слова: оросительные каналы, бетонная облицовка, эксплуатационная надёжность, трещинообразование, температурные напряжения, фильтрационные потери.

Для цитирования: Абдразаков, Ф.К., Рукавишников А.А Теоретическое обоснование повышения эксплуатационной надёжности облицованных оросительных каналов // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.3

Theoretical Basis for Enhancing the Operational Reliability of Lined Irrigation Canals

Fyarid Kinzhayevich Abdrazakov, Honored Scientist of the Russian Federation, Doctor of Technical Sciences, Professor¹

Andrey Alekseevich Rukavishnikov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor²

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

¹abdrazakov.fk@mail.ru

²andreirukavishn@gmail.com

Annotation. The article provides a theoretical justification for improving the operational reliability of lined irrigation canals. The main factors affecting the durability of concrete linings are analyzed, including stress–strain state, thermal–moisture effects, and filtration processes. Analytical dependencies are proposed to estimate the probability of failure-free operation, taking into account the influence of lining thickness, reinforcement, and material properties on overall reliability. Optimal structural parameters ensuring the strength, watertightness, and thermal stability of the linings under arid climate conditions are determined. A comprehensive reliability criterion based on the product of partial reliabilities for the main impact types is proposed. The obtained results can be applied in the design and maintenance of irrigation and reclamation systems.

Keywords: irrigation canals, concrete lining, operational reliability, crack formation, thermal stresses, filtration losses.

For citation: Abdrazakov, F.K., Rukavishnikov A.A. Theoretical basis for enhancing the operational reliability of lined irrigation canals // Fundamentals of Rational Nature Management: Proceedings of the 11th National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.3

Введение. Оросительные системы играют ключевую роль в обеспечении устойчивого водоснабжения сельскохозяйственных угодий и повышении продуктивности агроландшафтов. Эффективность их работы во многом определяется техническим состоянием каналов, которые обеспечивают транспортировку и распределение воды по сети. Значительная часть каналов России была построена в 1960–1980-х годах и к настоящему времени эксплуатируется с различной степенью износа [1]. По оценкам специалистов, более половины облицованных каналов нуждаются в реконструкции или капитальном ремонте. Это связано с интенсивным развитием дефектов облицовки — трещинообразованием, отслоением, разрушением швов, фильтрационными потерями и деформациями основания [2].

Облицовка является одним из наиболее ответственных элементов оросительного канала. Её назначение заключается в обеспечении водонепроницаемости, устойчивости откосов и снижении фильтрационных потерь. Однако в процессе эксплуатации облицовка подвергается воздействию комплекса факторов: переменных температур, влажности, неравномерной осадки основания, циклического замораживания и оттаивания, а также гидродинамических нагрузок. Совокупность этих воздействий приводит к постепенной деградации конструкций и снижению эксплуатационной надёжности системы [4].

Современные подходы к проектированию и оценке состояния облицованных каналов в основном базируются на нормативных расчётах, которые не учитывают в достаточной мере влияние совокупности эксплуатационных и технологических факторов. Отсутствие единой теоретической базы, связывающей физико-механические свойства материалов, конструктивные параметры и внешние воздействия, затрудняет прогнозирование долговечности и выбор рациональных мероприятий по повышению надёжности [5].

Цель исследования – теоретически обосновать влияние конструктивных и технологических факторов на эксплуатационную надёжность облицованных оросительных каналов и определить направления её повышения.

Задачи исследования:

1. Проанализировать основные факторы, определяющие снижение надёжности облицовок каналов в процессе эксплуатации.
2. Разработать теоретические зависимости, отражающие взаимосвязь параметров конструкции и эксплуатационных условий с долговечностью облицовок.

Основная часть. Эксплуатационная надёжность облицованных каналов определяется способностью конструкции сохранять работоспособное состояние при действии комплекса внешних и внутренних нагрузок. В процессе эксплуатации каналы испытывают как статические воздействия (вес конструкции, давление воды, осадка грунта), так и динамические — изменения уровня воды, колебания температуры, циклы замораживания и оттаивания, механическое воздействие транспортных средств при обслуживании [6].

Снижение надёжности облицованных каналов происходит в результате трёх основных групп факторов: конструктивных, технологических и эксплуатационных [7].

1. Конструктивные факторы связаны с геометрией канала, типом и толщиной облицовки, наличием армирования, прочностью и модулем упругости материалов. Недостаточная толщина облицовки, отсутствие компенсационных швов и жёсткое сопряжение с основанием вызывают концентрацию напряжений и появление трещин при температурных деформациях. Превышение допустимых перепадов высот и неравномерная осадка грунта приводят к появлению изгибающих моментов и локальных разрушений. Важным является и

гидравлический режим: при увеличении скорости потока возрастает давление на облицовку и риск кавитационных повреждений.

2. Технологические факторы включают качество бетона, соблюдение технологии укладки, уплотнения и выдерживания, а также условия твердения и влажностно-температурного режима. При нарушении технологического процесса формируется пористая структура бетона, снижается его водонепроницаемость и морозостойкость. Ошибки при устройстве швов и армировании приводят к неравномерному распределению напряжений, а недостаточная адгезия к основанию способствует отслоению плит. Дополнительное влияние оказывают несовершенства ремонтных технологий, при которых не обеспечивается требуемая сцепляемость новых и старых слоёв материала.

3. Эксплуатационные факторы связаны с режимом подачи воды, продолжительностью гидравлических нагрузок, колебаниями температуры и влажности. Длительные периоды пересыхания канала способствуют образованию усадочных трещин, а повторные циклы наполнения и опорожнения приводят к усталостным деформациям. Воздействие солнечной радиации и ветровой эрозии ускоряет старение бетонных поверхностей, особенно в засушливых климатических условиях.

На долговечность облицовок существенное влияние оказывают **природно-климатические особенности региона**: амплитуда температурных колебаний, глубина промерзания, уровень грунтовых вод, минерализация и агрессивность воды. Так, в юго-восточных регионах России (включая Саратовскую область) характерны континентальные климатические условия с большими суточными амплитудами температур, что вызывает развитие термических напряжений в бетоне [9].

Анализ литературных и нормативных источников показывает, что снижение эксплуатационной надёжности облицованных каналов чаще всего связано с комбинированным действием нескольких факторов [4,5,7,10]. Например, сочетание температурных колебаний и усадки бетона при недостаточном армировании приводит к сетке трещин, по которым развивается фильтрация. Повышенная влажность основания в сочетании с агрессивными грунтовыми водами вызывает коррозию арматуры и потерю сцепления между облицовкой и грунтом. Таким образом, надёжность является интегральной характеристикой, зависящей от совокупности конструктивных, технологических и эксплуатационных условий.

Проведённый анализ позволяет заключить, что для повышения надёжности облицованных оросительных каналов необходим системный подход, учитывающий взаимодействие всех факторов в рамках единой теоретической модели. В дальнейшем это создаёт основу для построения аналитических зависимостей и рекомендаций по оптимизации конструкции и технологии устройства облицовок.

Теоретическое обоснование повышения эксплуатационной надёжности облицованных оросительных каналов. Эксплуатационная

надёжность R облицованных оросительных каналов определяется как вероятность безотказной работы конструкции в течение заданного времени t :

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (1)$$

где λ — интенсивность отказов, зависящая от внешних воздействий и конструктивных параметров.

Основные зависимости и критерии надёжности.

Надёжность можно представить через интегральную функцию от факторов:

$$R = f(\sigma, E, K_f, T, \omega, N_c) \quad (2)$$

где σ - действующие напряжения в облицовке; E - модуль упругости бетона; K_f - коэффициент фильтрации материала; T - температурное воздействие; ω - влажностный фактор; N_c - число циклов замораживания/оттаивания.

Для предотвращения трещинообразования выполняется условие прочности:

$$R = \sigma_{max} \leq [\sigma_t] \quad (3)$$

где $[\sigma_t]$ - расчётное сопротивление бетона растяжению при изгибе.

При превышении данного значения вероятность отказа $P_{отк}$ возрастает по экспоненциальной зависимости:

$$P_{отк} = 1 - e^{-k(\sigma_{max}/[\sigma_t])} \quad (4)$$

где k , n — эмпирические коэффициенты, определяемые по результатам наблюдений.

Влияние конструктивных параметров.

Для плитной облицовки, работающей как балка на упругом основании, напряжения от изгиба определяются по формуле:

$$\sigma_b = \frac{M_{max}}{W} = \frac{ql^2}{8W} \quad (5)$$

где q распределённая нагрузка от гидростатического давления воды; l пролёт между опорными участками (или швами); W — момент сопротивления сечения.

Увеличение толщины плиты H повышает момент сопротивления $W = \frac{bh^2}{6}$ и снижает σ_b , что повышает надёжность:

$$R \sim \frac{1}{\sigma_b} \quad (6)$$

Оптимальная толщина облицовки $h_{опт}$ определяется из условий минимума суммарных затрат при обеспечении требуемой надёжности $R_{тр}$:

$$\frac{\partial C(h)}{\partial h} = 0, \text{ при } R_h = R_{тр} \quad (7)$$

Тепловлажностное воздействие.

Температурные деформации в облицовке оцениваются по формуле:

$$\varepsilon T = a_T \Delta T \quad (8)$$

где a_T — коэффициент линейного расширения бетона, ΔT — перепад температур между дневным и ночным периодами.

При жёстком сопряжении с основанием возникают дополнительные термические напряжения:

$$\sigma_T = E_{aT} \Delta T (1 - \mu) \quad (9)$$

где μ — коэффициент Пуассона.

Для снижения σ_T рекомендуется устройство температурно-компенсационных швов через интервалы:

$$L_t = \sqrt{\frac{2hE[\sigma_T]}{q(1 - \mu)}} \quad (10)$$

что позволяет обеспечить безразрушительный режим деформаций при сезонных колебаниях температуры.

Влияние фильтрационных процессов.

Вероятность фильтрационных потерь через трещины определяется как функция коэффициента фильтрации и длины трещины [3]:

$$Q_f = K_f A_{\text{тп}} \frac{\Delta h}{L} \quad (11)$$

где $A_{\text{тп}}$ — суммарная площадь трещин; Δh — перепад напора; L — длина фильтрационного пути.

Поскольку $A_{\text{тп}}$ прямо пропорциональна интенсивности трещинообразования, надёжность водонепроницаемости R_f можно выразить как:

$$R_f = e^{-\beta A_{\text{тп}}} \quad (12)$$

где β — коэффициент чувствительности системы к дефектам (0.05–0.2 для бетонных облицовок).

Снижение фильтрационных потерь достигается [8]:

- повышением плотности бетона (снижение K_f);
- введением гидрофобных добавок;
- регулярным ремонтом трещин и швов;
- применением армирующих сеток, препятствующих раскрытию трещин.

Комплексный показатель надёжности.

Суммарный показатель эксплуатационной надёжности облицовки можно определить через произведение частных надёжностей:

$$R_{\text{сум.}} = R_\sigma \cdot R_T \cdot R_f \quad (13)$$

где R_σ — надёжность по прочности; R_T — надёжность по температурным воздействиям; R_f — надёжность по фильтрации.

При снижении любого из факторов ниже допустимого уровня система теряет устойчивость. Для обеспечения $R_{\text{сум.}}$ требуется, чтобы каждая составляющая имела значение не ниже 0.98–0.99, что достигается рациональным сочетанием толщины облицовки, армирования, состава бетона и режима эксплуатации.

Основные выводы:

1. Повышение толщины облицовки и рациональное армирование способствуют снижению максимальных изгибных напряжений, обеспечивая выполнение условия $\sigma_{\text{max}} \leq [\sigma_t]$.

2. Введение температурно-компенсационных швов с расчётным интервалом $L_t = 4 - 6$ м, предотвращает образование термических трещин и снижает внутренние напряжения на 25–30 %.

3. Использование плотных гидрофобизированных бетонов (W6–W8) и регулярное техническое обслуживание увеличивает надёжность по фильтрационным параметрам R_f до 0.98–0.99.

4. Комплексный показатель надёжности $R_{\text{сум.}} = R_\sigma \cdot R_T \cdot R_f$ служит универсальным критерием для проектной и эксплуатационной оценки долговечности облицованных каналов.

5. Для условий засушливых регионов с высоким термогидравлическим воздействием (например, Саратовская область) оптимальными являются облицовки толщиной 0.12–0.14 м из бетона класса не ниже B25, армированные сеткой Ø4–6 мм.

Таким образом, системный учёт взаимодействия нагрузок, деформаций и фильтрационных процессов обеспечивает повышение эксплуатационной надёжности облицованных оросительных каналов и устойчивости их работы в изменяющихся климатических условиях.

Заключение. Проведённое теоретическое обоснование показало, что эксплуатационная надёжность облицованных оросительных каналов напрямую зависит от совокупного влияния прочностных, температурно-влажностных и фильтрационных факторов. Разработанные зависимости позволяют оценивать вероятность безотказной работы облицовки в течение заданного срока эксплуатации и выявлять наиболее уязвимые элементы конструкции.

Список источников:

1. Абдразаков, Ф. К. Методы диагностики облицованных оросительных каналов / Ф. К. Абдразаков, А. А. Рукавишников, Э. Э. Сафин // Природообустройство. – 2024. – № 5. – С. 21-27.

2. Абдразаков, Ф. К. Технологии эксплуатации и ремонта современных оросительных каналов / Ф. К. Абдразаков, А. А. Рукавишников. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, 2024. – 152 с.

3. Абдразаков, Ф.К. Теоретические исследования фильтрации из оросительных каналов / Ф. К. Абдразаков, О. В. Михеева, Е. Н. Миркина, А. А. Рукавишников // Мелиорация и гидротехника. – 2024. – Т. 14, № 4. – С. 390-402.

4. Анисимов, Ю. П. Моделирование надёжности бетонных конструкций при воздействии переменных нагрузок / Ю. П. Анисимов, Л. В. Егорова // Вестник ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева. — 2022. — № 2. — С. 57–65.
5. Герасимов, В. А. Гидротехнические сооружения оросительных систем / В. А. Герасимов, В. Н. Карташов. — М.: КолосС, 2015. — 328 с.
6. ГОСТ 26633–2015. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. — М.: Стандартинформ, 2016.
7. Дьяконов, А. М. Надёжность и долговечность бетонных конструкций гидротехнических сооружений / А. М. Дьяконов. — М.: Изд-во АСВ, 2018. — 224 с.
8. Копылов, А. В. Повышение водонепроницаемости бетонных облицовок каналов / А. В. Копылов, С. Н. Иванов // Мелиорация и водное хозяйство. — 2021. — № 4. — С. 42–47.
9. Сидоренко, Н. П. Влияние температурных деформаций на трещинообразование в облицовках каналов / Н. П. Сидоренко, Е. В. Котова // Известия вузов. Строительство. — 2019. — № 6. — С. 88–93.
10. СНиП 2.06.03–85*. Мелиоративные системы и сооружения. — М.: Госстрой СССР, 1986.

© Абдразаков Ф.К., Рукавишников А.А., 2025

Научная статья
УДК 628.212.2

ПРОБЛЕМЫ ОТВЕДЕНИЯ И ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С ТЕРРИТОРИИ УНПК «АГРОЦЕНТР» ВАВИЛОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

**Елена Вадимовна Антонова, студентка¹,
Роман Викторович Прокопец, к.т.н., доцент²,
Александр Николаевич Никишанов, к.с.-х.н., доцент³**

^{1,2,3}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹antonovaev@mail.ru

²proroman@inbox.ru

³nikischanovan@sgau.ru

Аннотация. В настоящее время вопросы охраны водных ресурсов приобретают исключительно важное значение в связи с повышением уровня загрязненности и объемов поверхностного стока. Традиционно очистке и обезвреживанию поверхностного стока уделялось значительно меньше внимания, чем очистке городских и промышленных сточных вод. Защиту водных объектов от загрязнения нельзя обеспечить, используя какой-то один вид сооружений: необходимо разрабатывать полноценную природоохранную

систему, включающую сеть эффективного управления отводом поверхностного стока на сооружения механической очистки, инженерные мероприятия, позволяющие организовать их работу при различных режимах с максимальной эффективностью. В статье дана оценка состояния системы отвода и очистки поверхностного стока на территории УНПК «Агроцентр» Вавиловского университета и возможности ее улучшения.

Ключевые слова: поверхностные сточные воды, очистка ливневого стока, взвешенные вещества, нефтепродукты, водоёмы.

Для цитирования: Антонова Е.В., Прокопец Р.В., Никишанов А.Н. Проблемы отведения и очистки поверхностного стока с территории УНПК «Агроцентр» Вавиловского университета // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. С.10

Research Article

PROBLEMS OF DRAINAGE AND PURIFICATION OF SURFACE RUNOFF FROM THE TERRITORY OF THE UNPC «AGROCENTER» OF VAVILOV UNIVERSITY

Elena Vadimovna Antonova, Student¹,

Roman Viktorovich Prokopets, PhD, Associate Professor²,

Alexander Nikolaevich Nikishanov, PhD, PhD, Associate Professor³

^{1,2,3} Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹antonovaev@mail.ru

²proroman@inbox.ru

³nikischanovan@sgau.ru

Annotation. Currently, issues of water resources protection are becoming extremely important due to the increase in pollution levels and volumes of surface runoff. Traditionally, much less attention has been paid to the treatment and neutralization of surface runoff than to the treatment of urban and industrial wastewater. Protection of water facilities from pollution cannot be ensured using any one type of structure: it is necessary to develop a full-fledged environmental protection system, including a network for effective management of surface runoff discharge to mechanical treatment facilities, and engineering measures to organize their operation under various modes with maximum efficiency. The article provides an assessment of the state of the system of drainage and purification of surface runoff on the territory of the UNPC "Agrocenter" of Vavilov University and the possibility of its improvement.

Keywords: surface wastewater, stormwater treatment, suspended solids, petroleum products, reservoirs.

For citation: Antonova E.V., Prokopets R.V., Nikishanov A.N. Problems of Surface Runoff Diversion and Purification from the Territory of the Agrocenter Research and Production Complex of Vavilov University // Fundamentals of Sustainable Natural Resource Management: Proceedings of the 11th National Conference with International Participation. Saratov: Vavilov University, 2025. P.10

Введение

Поверхностный сток с селитебных территорий и площадок предприятий является одним из интенсивных источников загрязнения окружающей среды различными примесями природного и техногенного происхождения. Водным законодательством РФ запрещается сбрасывать в водные объекты неочищенные до установленных нормативов дождевые, талые и поливомоечные воды, образующиеся на селитебных территориях и площадках предприятий [2]. В результате интенсивного выпадения атмосферных осадков и снеготаяния происходит сброс дождевых и талых вод с селитебных территорий и площадок предприятий. В результате в водоёмы поступают поверхностные сточные воды, загрязнённые взвешенными веществами, нефтепродуктами и другими примесями, что оказывает неблагоприятное воздействие на экосистему водоёмов. Характерным и наиболее опасным для водных объектов является загрязнение поверхностных сточных вод нефтепродуктами, как правило, сорбированными на взвешенных веществах. На предприятиях существует проблема организации находящихся в неудовлетворительном состоянии систем отведения поверхностных сточных вод. Происходят скопления дождевых и талых вод, что затрудняет движение транспорта, вызывает подтопление зданий, а это приводит к порче оборудования и разрушению строительных конструкций. Также недостаточно быстрое и неполное отведение поверхностных вод ведёт к повышению уровня грунтовых вод, преждевременному ухудшению дорожного покрытия и ухудшению санитарного состояния площадки. При неблагоприятном рельефе местности затопление территорий может приводить к катастрофическим последствиям.

Наряду с проблемами отведения поверхностного стока, существует и проблема его очистки. На большинстве предприятий очистные сооружения ливневого стока технически несовершенны и не обеспечивают требуемого качества очистки, достаточного для сброса сточных вод в водоёмы или использования в техническом водоснабжении. Загрязнения, вносимые в водные объекты поверхностными сточными водами, оказывают существенное влияние на санитарное состояние водоёмов. Наиболее неблагоприятное влияние оказывают взвешенные вещества и нефтепродукты. При высоких концентрациях взвешенных веществ, происходит их частичное осаждение в створе выпуска поверхностных сточных вод и ниже по течению. Это приводит к заиливанию водоёмов и препятствует нормальному протеканию биологических процессов на дне водоёма. Органическая часть растворённых взвешенных веществ постепенно окисляется растворённым в воде кислородом [1].

Поступающие от автомобильного транспорта, плавающие нефтепродукты способствуют образованию на поверхности водных объектов нефтяной плёнки и снижению количества растворённого кислорода, что губительно сказывается на жизнедеятельности водных организмов. Оседающие в водоёмах тяжёлые остатки нефтепродуктов, разлагаясь, загрязняют воду продуктами распада, часть из них выносится на поверхность в виде пузырьков газа, образуя нефтяное пятно. Особую опасность представляет длительное воздействие небольших концентраций нефтепродуктов, так как углеводороды, входящие в их состав, способны растворять другие загрязняющие вещества.

Талые воды имеют в своём составе растворённые химические вещества противогололёдных материалов (в качестве которых применяются реагенты, содержащие хлористый натрий, железистый цианид, соли кальция и магния и др.), природа воздействия которых на окружающую среду до сих пор детально не изучена [4].

В результате, можно сделать вывод, что обеспечение организованного отвода и требуемой очистки поверхностных сточных вод является важной задачей. Даже в сточной воде, прошедшей все этапы очистки, включая биологическую, остаётся до 10% растворённых органических и минеральных загрязняющих веществ. Пригодной для потребления в качестве питьевой вода становится после многократного разбавления чистой природной водой. Попадание загрязнённых поверхностных сточных вод в водную среду приводит к снижению её продуктивности как среды обитания, делая невозможным использование такой воды человеком для бытовых, сельскохозяйственных и промышленных процессов.

В зависимости от предъявляемых требований используют методы очистки поверхностных сточных вод, основанные на физических, химических и физико-химических процессах, протекающих в очистных сооружениях, или естественных биологических процессах самоочищения, происходящих в почве или водоёмах.

Процесс выпадения атмосферных осадков носит вероятностный характер. При этом дождевой сток характеризуется чрезвычайной нестационарностью, как по расходам, так и загрязняющим компонентам, концентрация которых в течение одного дождя изменяется в самых широких пределах. Поэтому важнейшим вопросом технологии очистки поверхностных сточных вод является усреднение расхода и состава стоков перед подачей на очистку [3]. В связи с этим в качестве обязательного элемента в состав очистных сооружений поверхностных сточных вод включаются сооружения для регулирования расхода и усреднения состава стоков. В связи с этим исследования, направленные на изучение качества поверхностных сточных вод, разработку сооружений регулирования стоков по расходу и концентрации, а также их эффективной очистки, являются актуальными и своевременными.

При проектировании сооружений дождевой канализации населённых мест и промышленных площадок необходимо рассматривать вариант использования очищенных и условно чистых сточных поверхностных сточных

вод для целей технического (производственного) водоснабжения, обводнения или орошения [5].

Методология и методы исследования

В исследовании применялись общенаучные методы (научная абстракция, индукция, дедукция, анализ, синтез, сопоставление, аналогия, обобщение и др.), использовалась современная нормативная литература.

Результаты исследования

Административно исследуемый объект расположен в границах учебно-научно-производственного комплекса «Агроцентр» ФГБОУ ВО Вавиловский университет, в заводском районе города Саратова.



Рисунок 1 – Обзорная схема каскада прудов на территории УНПК «Агроцентр»

УНПК «Агроцентр» имеет три основные направления деятельности:

- Образовательная (повышение качества и эффективности профессиональной подготовки высококвалифицированных специалистов АПК);
- Производственная (выращивание овощных культур закрытого грунта, цветочных культур, горшечных растений, грибов, лекарственных трав, саженцев плодовых, ягодных, цветочных, декоративных и хвойных культур, а также переработка сельскохозяйственной продукции);
- Рекреационная (зеленая зона отдыха «Агротуризм в Корольковом саду», туристическая полоса препятствий и веревочный экстрим-парк).

УНПК «Агроцентр» имеет свой транспортно-энергетический участок, в хозяйстве имеется достаточное количество тракторов, автомашин и необходимый набор сельскохозяйственной техники и оборудования для выполнения всех технологических процессов.

Одной из основных экологических проблем УНПК «Агроцентр» является сбор, транспортировка и очистка поверхностных сточных вод. Большинство существующих систем отвода и очистки поверхностных сточных вод уже не справляются с увеличивающимся объёмом стоков или физически изношены. Основными источниками загрязнения поверхностных сточных вод являются

продукты смыва почвенного покрова, разрушения асфальтовых и бетонных поверхностей, истирания автомобильных шин, проливы автотоплива и масел, а также строительные и другие материалы, складываемые на открытых площадках хранения. Поверхностные сточные воды загрязняют имеющиеся пруды взвешенными, поверхностно-активными веществами, нефтепродуктами, органическими примесями и другими загрязнителями. Осадки приводят к загрязнению и заилению прудов, нарушают жизнедеятельность живых организмов, микроорганизмов, оказывают негативное влияние на биocenоз и самоочищающую способность водоёмов.

Заключение

Анализ современного состояния УНПК «Агроцентр» позволяет сделать вывод о том, что территория хозяйственно освоена, имеются гаражи, теплицы, для хозяйственных нужд используется автотранспорт. Дождевой сток аккумулируя загрязняющие вещества попадает в пруды ухудшая качества воды, снижая популяцию рыб и ихтиофауны, приводя к зарастанию водоема.

Для предотвращения негативных последствий попадания дождевого и талого стока в пруды необходима очистка стоков перед сбросом в открытые водоемы на территории УНПК «Агроцентр». Необходимо запроектировать систему поверхностного водоотвода с территории УНПК «Агроцентр» Вавиловского университета, локальные очистные сооружения в комплексе инженерных мероприятий по обустройству территории.

Проектные решения необходимо принимать с учетом климатических и гидрологических особенностей территории изысканий. Исходя из топографических условий предлагается использовать отдельную систему водотведения, применяя пластиковые трубы. Трассировку водоотводящей сети осуществить по пониженной стороне территории в соответствии с особенностями рельефа местности.

При проектировании сетей и сооружений ливневой канализации рекомендуется предусмотреть прогрессивные технические решения и максимальную индустриализацию строительно-монтажных работ за счет применения сборных конструкций, стандартных и типовых изделий и деталей, изготавливаемых на заводах Саратовской области.

Список источников

1. Информационное обеспечение прогнозирования подтопления территорий Саратовского Левобережья / В.В. Корсак, А.В. Кравчук, Р.В. Прокопец [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 6. – С. 80-85.

2. Прокопец, Р. В. Обследование каскада прудов на ручье Разбойщина в рамках проведения инженерных гидрометеорологических изысканий / Р. В. Прокопец, Б. В. Фисенко, И. И. Демакина // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы XV Национальной конференции с международным участием, Саратов, 10 апреля 2025 года. – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. – С. 360-365.

3. Прокопец, Р. В. Учет гидрофизических свойств почвы при оценке объема поверхностного стока на орошаемых землях / Р. В. Прокопец, Ф. В. Серебренников // Природообустройство. – 2015. – № 4. – С. 31-34.

4. Пронько, Н. А. Мониторинг состояния компонентов агроландшафтов: Допущено Федеральным учебно-методическим объединением в сфере высшего образования по УГСН 20.00.00 Техносферная безопасность и природообустройство / Н. А. Пронько, В. В. Корсак, Р. В. Прокопец. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2017. – 170 с.

5. Рекомендации по расчёту систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. – М.: ОАО «НИИ ВОДГО», 2014. – 88 с.

© Антонова Е.В., Прокопец Р.В., Никишанов А.Н., 2025

Научная статья

УДК 711.143: 628.032 (08)

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ В ГОРОДСКОМ ОКРУГЕ ДОНЕЦК

Елена Владимировна Балабенко, д-р экон. наук, доцент¹

¹Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина. г. Краснодар, Россия

¹balabenko_e@mail.ru

Аннотация. В статье проведена работа по идентификации и оценке состояния территорий размещения отходов в городском округе Донецк Донецкой Народной Республики. По результатам изучения снимков поверхности объектов размещения отходов (далее ОРО) было установлено ряд несоответствий регламенту сложившихся условий размещения эксплуатируемых полигонов твердых бытовых отходов (далее ТБО). Полученные в результате изучения снимков выводы имеют важные управленческие последствия в борьбе с проблемой образования отходов.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, полигон, регламент размещения.

Для цитирования: Балабенко Е.В. Идентификация и оценка состояния территорий размещения отходов в городском округе Донецк // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с. 16

IDENTIFICATION AND ASSESSMENT OF WASTE DISPOSAL TERRITORIES IN THE CITY DISTRICT OF DONETSK

Elena Vladimirovna Balabenko, Doctor of Economics, Associate Professor¹

¹ Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin. Krasnodar, Russia

¹balabenko_e@mail.ru

Annotation. The article deals with the identification and assessment of the condition of waste disposal areas in the Donetsk city district of the Donetsk People's Republic. Based on the results of studying the images of the surface of waste disposal facilities (hereinafter referred to as ORO), a number of inconsistencies were found with the regulations of the existing conditions for the placement of operated landfills of solid household waste (hereinafter referred to as SHW). The conclusions obtained from studying the images have important management implications in combating the problem of waste generation.

Keywords: solid household waste, landfill, placement regulations.

For citation: Balabenko E.V. identification and assessment of waste disposal territories in the city district of Donetsk // Fundamentals of Sustainable Natural Resource Management: Proceedings of the 11th National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.16

Стремительный рост урбанизации влечет за собой увеличения объемов образующихся отходов. Изучение условий эксплуатации объектов размещения отходов имеет важное экологическое и экономическое значение в современном обществе [1-3].

В качестве объекта исследования была выбрана территория городского округа Донецк Донецкой Народной Республики с расположенными на ней эксплуатируемыми ОРО. Исходных данных послужили снимки высокого пространственного разрешения со спутника Landsat 8 (сервис Google Планета Земля [4]).

Анализ состояния территорий ОРО:

1. Ларинский полигон ТБО, расположенный в границах поселка городского типа Ларино городского округа Донецк:

- с восточной стороны протекает река Кальмиус, к левому берегу которой примыкает садоводческое товарищество «Шахтер». За рекой проходит тупиковая ветка железной дороги, имеется остановочный пункт «Ларино»;

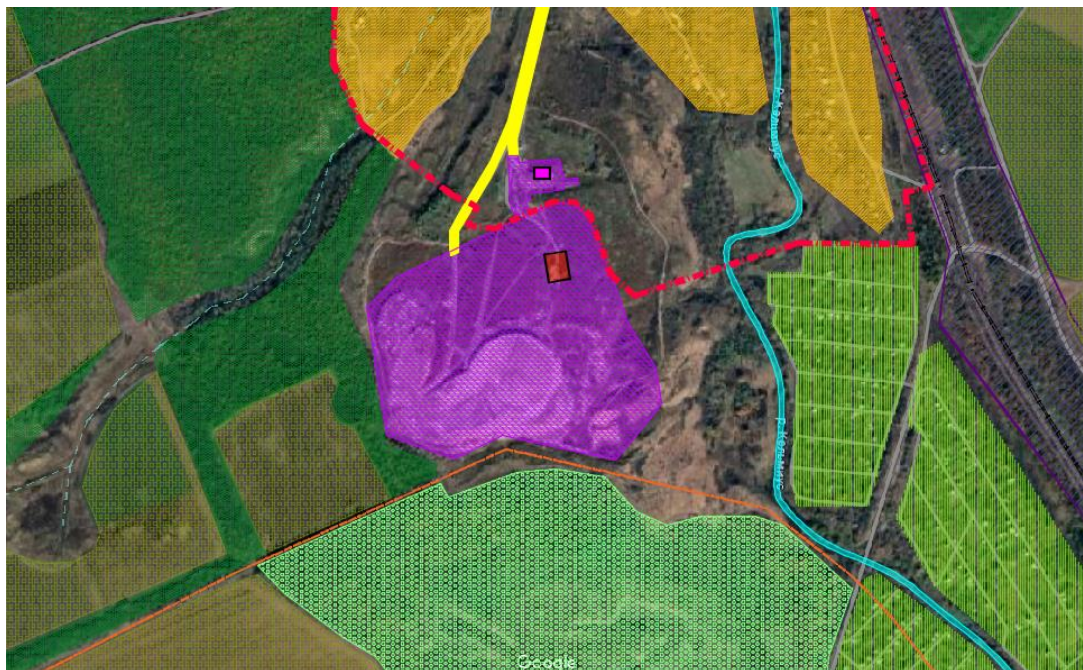
- южная и западная стороны ограничены лесным массивом, за которым с юга простирается ландшафтный заказник «Ларинская степь», с запада – сельскохозяйственные угодья;

- с юга по краю полигона проходит линия электропередачи;

- с северо-запада вдоль полигона проходит балка с водотоком Дробатова, врезааясь в коренные берега реки Кальмиус;

- с северной стороны к ОРО подходит дорога, на въезде расположен контрольно-пропускной пункт. За дорогой расположены участки с капитальными строениями.

Исследуемый полигон неправильной формы, расположен в границах пгт Ларино. На снимке, с южной стороны, просматривается ограждение полигона. В северной части объекта расположен участок сортировки. Условия размещения ОРО представлены на рисунке 1.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- территория ОРО	- пашня
- КПП	- лесопосадка
- участок сортировки	- река Кальмиус
- подъездная дорога	- граница населенного пункта
- территория жилой зоны	- балка Дробатова
- садоводческое товарищество «Шахтер»	- ЛЭП
- ландшафтный заказник «Ларинская степь»	- железная дорога

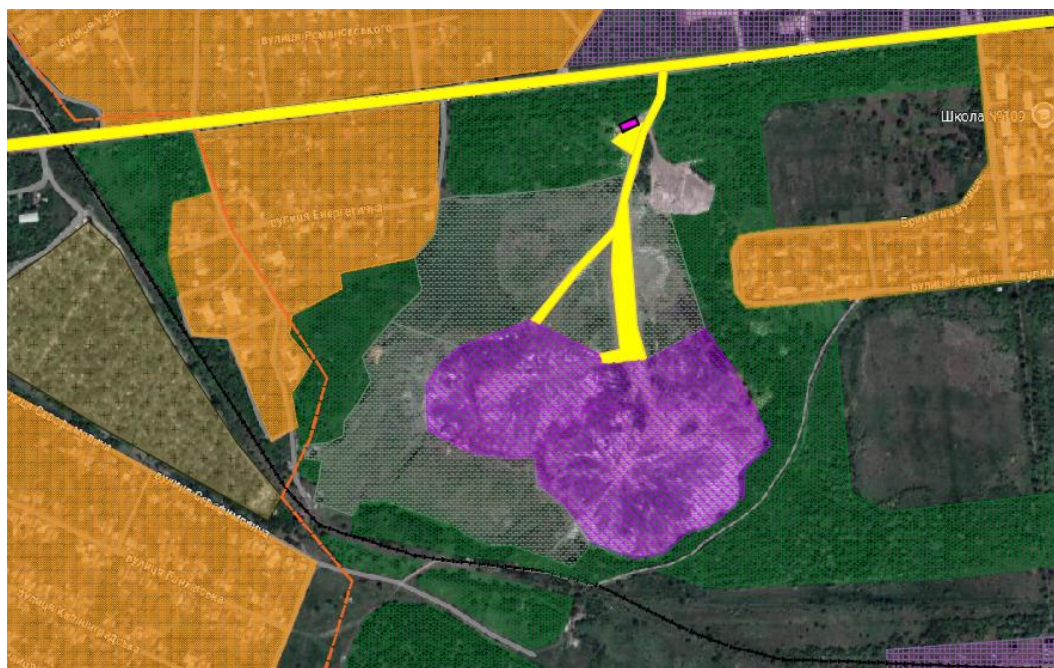
Рисунок 1 – Состояние территории размещения Ларинского ОРО

2. Петровский полигон ТБО № 4, расположенный в границах Петровского внутригородского района города Донецк:

- с восточной стороны за лесополосой расположен жилой массив;
- с юго-востока и юга – лесной массив;
- вдоль южной границы – железнодорожные ветки, одна подходит к территории Брикетного завода; другая – сообщение с шахтой «Трудовская»;
- с юго-западной и западной стороны простираются шахтные поселки;
- с западной стороны за железной дорогой территория захоронения;
- с севера вдоль ОРО подходит дорога, с которой осуществляется заезд на полигон. На въезде в полигон расположен контрольно-пропускной пункт. За

дорогой с запада на восток расположены объекты жилья, породный отвал шахты и автотранспортное предприятие.

Полигон расположен в городской черте. Условия размещения ОРО г. Донецка представлены на рисунке 2.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- полигон ТКО	- ЛЭП
- КПП	- железная дорога
- подъездная дорога	- территория промышленного предприятия
- территория жилой зоны	- пустырь
- лесопосадка	- кладбище

Рисунок 2 – Состояние территории размещения ОРО № 4 Петровского района г. Донецка [2, 5-7]

Перечень основных условий размещения ОРО и сложившаяся градостроительная ситуация эксплуатируемых ОРО, расположенных на территории городского округа Донецк приведены в сводной таблице 1.

Таблица 1 – Регламент размещения и сложившиеся условия эксплуатации ОРО в Республике *

Краткое описание нормы	Ларинский полигон г.о.Донецк	Петровский полигон № 4, г. Донецк
СП 320.1325800.2017¹		
Размещается за пределами населенных пунктов		
Минимальное расстояние от полигона до селитебной зоны 500 м		
Площадь полигона в пределах от 30 до 300 га		
Высота укладки отходов до 60 м от основания		
Производственная зона		
Вспомогательная зона		
Подъездная дорога		
Дренажная система (перехватывающие обводные каналы)		
Ограждение		
Локальные очистные сооружения		
Освещение вспомогательной зоны		
СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03², СП 2.1.7.1038-01³		
Размер СЗЗ от границы объекта ОРО до жилой застройки 500 м		
Расстояние от земель сельскохозяйственного назначения 1000 м		
Ширина водоохранной зоны рек или ручьев		

* оценки соответствия

	- соответствует
	- частично соответствует
	- не соответствует

По результатам изучения и оценки снимков поверхности территории городского округа Донецк было установлено ряд несоответствий регламенту сложившихся условий расположения эксплуатируемого объекта размещения отходов. Полученные результаты состояния территорий размещения отходов имеют важные управленческие последствия в борьбе с проблемой образования отходов [8-9].

¹ СП 320.1325800.2017 Полигоны для твердых коммунальных отходов. Проектирование, эксплуатация и рекультивация: утверждены приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 17 ноября 2017 № 1555/пр [Электронный ресурс]. URL: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/16294/>

² СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов: утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 25.09.2007 № 74 [Электронный ресурс]. URL: <https://meganorm.ru/Index2/1/4294844/4294844925.htm>

³ СП 2.1.1038-01 Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов: утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 30.05.2001 № 16 [Электронный ресурс]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294847/4294847630.htm>

Список источников

1. Мущанов, В. Ф. Распознавание и оценка состояния территорий размещения отходов методом дешифрирования космоснимков (на примере города Макеевки) / В. Ф. Мущанов, Е. В. Балабенко, В. А. Искрин // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2024. – № 1(53). – С. 53-68.
2. Градостроительные аспекты выбора земельного участка для формирования объектов размещения твердых коммунальных отходов / Е. В. Балабенко, Л. Н. Богак, Е. Н. Оберемок, М. А. Черныш // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2023. – Т. 13, № 4(47). – С. 726-738.
3. Архипова О.Е., Магаева А.А. Современные методы мониторинга экологического состояния территорий (на примере данных об идентификации объектов хранения отходов) // Геоинформатика. – 2018. – № 4. – С. 48-58.
4. Сервис Google Планета Земля [Электронный ресурс]. URL: <https://earth.google.com> (дата обращения 4.10.2025)
5. Балабенко, Е. В. Организационно-институциональный механизм развития государственно-частного партнерства в отраслевой среде / Е. В. Балабенко. – Донецк : ФЛП Артамонов Д.А., 2021. – 283 с.
6. Балабенко, Е. В. Оптимальная организация участка объекта обращения с твердыми коммунальными отходами: градоморфологический и пространственный анализ, многофакторная оценка / Е. В. Балабенко // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2025. – Т. 15, № 2(53). – С. 347-358.
7. Балабенко, Е. В. Управление недвижимостью : Учебное пособие / Е. В. Балабенко. – Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, 2021. – 319 с.
8. Теоретические и прикладные аспекты повышения конкурентоспособности региона на основе совершенствования управления на отраслевом и межотраслевом уровнях / Е. В. Балабенко, М. Ф. Иванов, Л. А. Гончарова [и др.]. – Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, 2024. – 409 с.
9. Балабенко, Е. В. Особенности государственного регулирования строительной отрасли / Е. В. Балабенко, А. В. Бородацкая // Экономика строительства и городского хозяйства. – 2019. – Т. 15, № 1. – С. 5-12.

© Балабенко Е.В., 2025

ОПТИМИЗАЦИЯ ВОДООЧИСТКИ В КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Светлана Загировна Бекбергенова, соискатель¹,
Елгуджа Демурович Хецуриани, д.т.н., профессор^{1,2}

¹Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова, г. Новочеркасск, Россия

²Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону,
Россия

¹polet-11@mail.ru

²goodga@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы загрязнения водных источников и засорения капельных систем в условиях России. Предложены методы повышения качества поливной воды через запатентованные фильтрационные решения. Акцент сделан на важности рационального использования водных ресурсов и обеспечении стабильной работы капельных систем для повышения эффективности сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: капельное орошение, водоисточник, технологии очистки, фильтрация.

Для цитирования: Бекбергенова С.З., Хецуриани Е.Д. Оптимизация водоочистки в капельном орошении с применением новых технологий // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.22

Original article

OPTIMIZATION OF WATER TREATMENT IN DRIP IRRIGATION USING NEW TECHNOLOGIES

Svetlana Zagirovna Bekbergenova, Applicant¹,
Elguja Demurovich Khetsuriani, Dr. of Engineering, Professor^{1,2}

¹South Russian State Polytechnic University (NPI) named after M.I. Platonov,
Novocherkassk, Russia

²Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

¹polet-11@mail.ru

²goodga@mail.ru

Annotation. The article discusses the problems of pollution of water sources and clogging of drip systems in Russia. Methods of improving the quality of

irrigation water through patented filtration solutions are proposed. The emphasis is placed on the importance of rational use of water resources and ensuring stable operation of drip systems to increase the efficiency of agricultural production.

Keywords: drip irrigation, water source, purification technologies, filtration.

For citation: Bekbergenova S.Z., Khepuriani E.D. Optimization of Water Treatment in Drip Irrigation Using New Technologies // Fundamentals of Sustainable Natural Resource Management: Proceedings of the 11th National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.22

Российская Федерация обладает значительными природными богатствами, в том числе и водными ресурсами. Однако это самый уязвимый природный компонент от нарастающей антропогенной нагрузки, что говорит о необходимости бережного отношения к нему и его рациональное использование.

Одной из важных задач на сегодняшний день в продовольственной безопасности страны являются сельское хозяйство и рыбное хозяйство, для которых требуется большое количество воды определенного качества.

В связи с тем, что существуют острый дефицит оросительной системы в аридных зонах, необходимо использование и внедрение ресурсосберегающих методов полива, которое позволит повысить эффективность сельского хозяйства.

Одним из таких эффективных методов для сельскохозяйственных культур является капельное орошение.

При использовании этого метода особое значение имеет качество водоисточника, так как неблагоприятные компоненты могут негативно сказываться на почвенном слое и системе капельных насадок, что существенно снижает их эффективность.

Опыт ученых, научных учреждений и передовых хозяйств различных зон страны свидетельствует о том, что существующие комплектующие фильтрационные элементы капельных систем не должным образом обеспечивают качественные показатели поливной воды из водоисточников.

Основными причинами «загрязнения водных источников (реки, водохранилища, каналы) является смыв с полей минеральных удобрений и пестицидов, а избыток азота и фосфора, основных компонентов удобрений, провоцирует эвтрофикацию водоемов: бурное разрастание водорослей («цветение» воды) ухудшает ее органолептические свойства, вызывает дефицит кислорода и гибель гидробионтов» (1).

Проанализировав систему капельного орошения, было выявлено, что одной из наиболее распространённых проблем является засорение капельных насадок, что существенно снижает их эксплуатационную эффективность. Причинами являются высокое содержание органических соединений, нитратов и фосфатов в водоисточнике

Причины засоров можно разделить на три класса:

- 1) физические, вызванные повышенным содержанием взвешенных веществ;
- 2) химические, вызванные реакциями осаждения;
- 3) биологические, вызванные ростом и метаболизмом микроорганизмов, т. е. образованием биопленки.

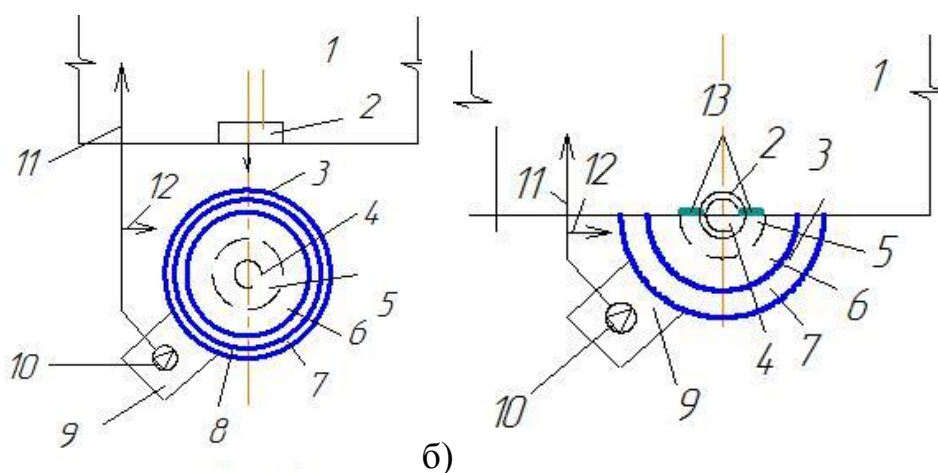
На сегодняшний день для уменьшения засорения капельных насадок применяют фильтрационные системы, которые уменьшают концентрацию взвешенных веществ перед подачей воды. Однако мельчайшие частицы, все равно захватываются биопленкой растущей вдоль водопроводных путей, тем самым проникая в фильтры.

На данный момент применение технологий воды в системе капельного орошения остается ограниченным из-за недостатка научных и практических данных, а также методических рекомендаций, направленных на повышение качества воды, используемых в капельном орошении.

Руководствуясь данными и полезными советами авторов по очистке водных источников для капельного орошения, в своей работе мы уделили внимание изучению и совершенствованию методов рекомендованных систем и приемов повышения качества поливной воды.

Для реализации новой технологии предложены запатентованные технические решения водоприемно-очистных устройств (3).

На основе экспериментальных исследований выявлено, что оптимальными условиями для удаления аммонийного азота зависящих от параметров исследуемой системы являются температура, концентрация аммонийного азота, рН среды, а также площадь поверхности сокирнита. Внедрение технологий, основанных на использовании сокирнита, в системы капельного орошения позволяет не только обеспечить очистку воды для сельскохозяйственного использования, но и повысить экологическую безопасность. Такой подход способствует улучшению качества воды, используемой в орошении, и обеспечивает более эффективное решение задач водообеспечения в условиях ограниченных ресурсов (рис. 1).



1 — водоем (пруд, садок и т. п.); 2 — водозабор с рыбозащитным устройством; 3 — корпус устройства; 4 — вертикальный колодец; 5,7 — фильтрующая секция; 6 — то же, с загрузкой из цеолита; перегородка; 9 — резервуар очищенной воды; 10 — насос; 11 — трубопровод выпуска очищенной воды в пруд; 12 — трубопровод подачи вод на промывку загрузки; 13 — подвижный шандор

а - водоприемно-очистное устройство для рыбоводных акваторий в виде цилиндра, расположенное в акватории;

б - водоприемно-очистное устройство для рыбоводных акваторий в виде полуцилиндра, расположенное на берегу

Рисунок 1 – Водоприемно-очистное устройство для рыбоводных акваторий – прудов

Разработка прогрессивных технологий очистки вод для капельного орошения с научным обоснованием позволит существенно расширить область применения капельных систем для определенных условий состояния водоисточника, что обеспечит надежную и эффективную работу поливной системы и возможность получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Применение новых фильтрационных технологий для капельного полива, позволит повысить эффективность, снизить затраты и увеличить срок службы оборудования.

Список источников

1. Сухомлинова Н.Б. Анализ процессов антропогенного воздействия на качество оросительной воды на агроландшафтах / Экономика и экология территориальных образований № 9(2) ДонГАУ-2025. С.46–53.

2. Вакуненко В. А. Оценка работы источников капельного орошения / В. А. Вакуненко, В. И. Мусатов, А. В. Николаев, С. В. Саркисов//ТРУДЫ ВОЕННО-КОСМИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ ИМЕНИ А.Ф.МОЖАЙСКОГО Россия, Москва, Учред. Воен.-косм. А. им. А.Ф. Можайского № 681: 2022 С.27-31.

3. Водоприемно-очистное устройство для рыбоводных акваторий (прудов), бассейнов, садков: патент на полезную модель 165167 Российская Федерация, МПК E02B 5/08 / С. З. Тажиева, Л. В. Боронина, Н.С. Серпокрылов. - № 2015111316/13, заявл. 27.03.2015; опубл. 10.10.2016, бюл. №28

© Бекбергенова С.З., Хецуриани Е.Д., 2025

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОБЛИЦОВАННЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛАХ

**Олег Александрович Беляков, аспирант¹,
Фярид Кинжаевич Абдразаков, заслуженный деятель науки РФ, д.т.н.,
профессор²**

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

¹Olegbelykov63@gmail.com

²abdrazakov.fk@mail.ru

Аннотация. В статье приводится изучение различных способов гидроизоляции облицованных оросительных каналов. Описываются способы нанесения гидроизоляционных материалов и важность проведения ремонтных работ.

Ключевые слова: оросительный канал, гидроизоляция, торкретирование, геомембрана.

Для цитирования: Беляков О.А., Абдразаков Ф.К. Изучение эффективности использования гидроизоляционных материалов на облицованных оросительных каналах// Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.26

Original article

STUDY OF THE EFFICIENCY OF USING WATERPROOFING MATERIALS ON LINED IRRIGATION CANALS

**Oleg Aleksandrovich Belyakov, graduate student¹,
Fyarid Kinzhaevich Abdrazakov, Honored Scientist of the Russian Federation,
Doctor of Technical Sciences, Professor²**

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

¹Olegbelykov63@gmail.com

²abdrazakov.fk@mail.ru

Annotation: This article examines various waterproofing methods for lined irrigation canals. It describes the application methods for waterproofing materials and the importance of repair work.

Keywords: irrigation canal, waterproofing, shotcrete, geomembrane.

For citation: Belyakov O.A., Abdrazakov F.K. Study of the efficiency of using waterproofing materials on lined irrigation canals// Fundamentals of rational nature management: Proceedings of the XI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2025. P.26

Эффективность сельского хозяйства очень сильно зависит от оросительных систем. Многие сельскохозяйственные культуры требуют постоянного полива и для обеспечения водой территорий вблизи которых нет различных водозаборных источников еще в 60-80 года прошлого века были построены оросительные системы. В оросительные системы входят насосные станции, оросительные каналы и другие сооружения для регулирования водного потока (перегораживающие сооружения, водосбросы и т.д.)[1].

От качества оросительных каналов зависят потери воды во время транспортировки. Самый большой процент потерь приходится на фильтрацию, может достигать и до 50%. Для уменьшения данного показателя, многие оросительные каналы возвели в ж/б плитах[5]. Для строительства облицованных оросительных каналов в основном использовался тяжелый бетон класса В 25. Такой бетон предназначен для использования в условиях с постоянным контактом с водой и имеет показатель водонепроницаемости W 8.

Наличие ж/б облицовки на оросительных каналах решает целый ряд проблем. На облицованных оросительных каналах, в отличие от выполненных в земляном русле прорастает значительно меньше древесно-кустарниковой растительности внутри канала, также в облицованном оросительном исключается изменение профиля канала из-за размывания откосов и других внешних факторов. Облицованный оросительный канал намного дольше держит свои проектные показатели и не требует таких частых эксплуатационных работ в отличие от канала в земляном русле. Учитывая все положительные стороны облицованных оросительных, они требуют более дорогостоящего и трудозатратного ремонта[1].

Учитывая то, что большинство облицованных оросительных каналов были возведены более 40 лет назад, их техническое состояние стало значительно хуже. На многих облицованных оросительных каналах наблюдается разрушение, проседание и размораживание бетонной поверхности. Это происходит из-за того что во время эксплуатации оросительного канала, частички воды попадают в поры бетонной поверхности. Во время зимнего периода, когда температура воздуха опускается ниже 0⁰ градусов вода в порах бетона замораживается и увеличивается в объеме на 10% создавая напор на бетонное основание изнутри. С каждым годом поры становятся больше и в них начинает попадать все больше воды. Так происходит размораживание бетона и появление небольших щелей. При достижении воды до армокаркаса ж/б плиты, происходит окисление металла вызывая откол бетона от арматуры. Такое явление вызывает большие столы и даже откол

целых кусов. Несвоевременное устранение данных разрушений вызывает еще большее разрушение облицовки канала[7].

Для предотвращения попадания воды в полость бетона и предотвращения дальнейших разрушений можно повысить уровень гидроизоляции на оросительных каналах с помощью нанесения дополнительных гидроизоляционных материалов на бетонную поверхность оросительного канала как изображено на рис 1.

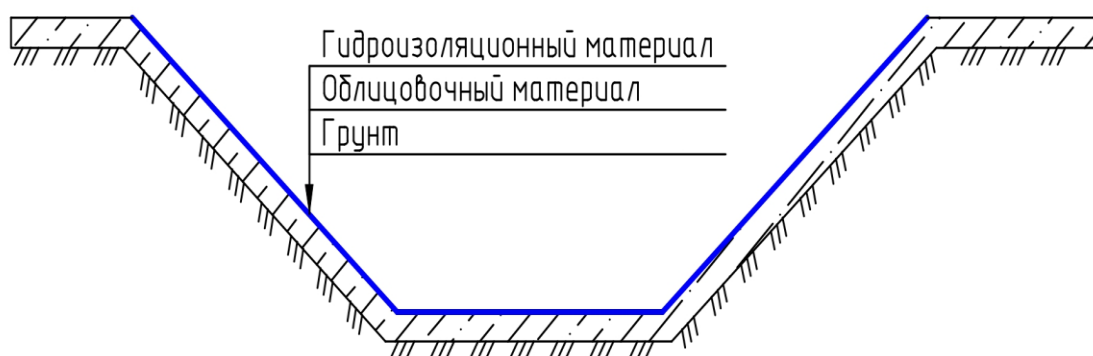


Рисунок 1- Поперечное сечение оросительного канала с нанесенным гидроизоляционным материалом

В современное время существует множество различных видов гидроизоляционных материалов. К ним относятся: обмазочная гидроизоляция, проникающая гидроизоляция, рулонные материалы, инъекционная гидроизоляция.

Обмазочная гидроизоляция создает на покрываемой поверхности защитный гидроизоляционный слой. Обмазочная гидроизоляция разделяется на несколько видов в зависимости от компонентов входящих в состав: битумную, полимерную, битумно-полимерную, цементную. У каждого вида обмазочной гидроизоляции есть плюсы и минусы. К примеру, битумная обмазочная гидроизоляция имеет хорошую гидроизоляцию и высокие адгезивные свойства, но плохо переносит морозы, поэтому её не эффективно использовать на оросительных каналах. Цементная обмазочная гидроизоляция имеет высокую морозостойкость, но меньший класс гидроизоляции чем битумная. Полимерная обмазочная гидроизоляция имеет высокую морозостойкость, высокую степень гидроизоляции, но высокую стоимость. Обмазочная гидроизоляция выделяется простым простыми способами нанесения. Наносится она с помощью валиков, кистей или шпателей и не требует специально обученного персонала. Необходимо учитывать, что перед нанесением материала, необходимо обеспылить и высушить поверхность[3].

Проникающая гидроизоляция относительно новый способ защиты различных материалов от воздействий контакта с водой. Данная гидроизоляция

состоит из портландцемента, химически активных компонентов и солей щелочных и выглядит как мелкозернистый сыпучий порошок. Для приготовления готовой смеси необходимо порошок смешивать с водой, у каждого производителя проникающей гидроизоляции существует свое соотношение порошка и материала. Также количество необходимой воды зависит и от дальнейшего способа нанесения гидроизоляционного материала. Готовую проникающую гидроизоляцию можно наносить на поверхность с помощью валиков, кистей, шпателей и торкретирования. Перед нанесением Проникающей гидроизоляции необходимо проведение предварительных подготовительных работ по заделке трещин и других различных дефектов на обрабатываемой поверхности. Обрабатывать такими материалами можно только поверхность где раскрытые трещин не превышает 0,3 мм. Применение проникающей гидроизоляции требует иметь в доступности большое количество воды, так как перед нанесением материала необходимо увлажнить поверхность и затем во время ухода за застывающей смесью увлажнять застывающий материал в течении 3 суток, через каждые 2-4 часа. Техника ухода зависит производителя, влажности воздуха и температуры[4?6].

Оросительные каналы имеют большую протяженность и поэтому эффективнее всего наносить проникающую гидроизоляцию методом торкретирования. К плюсам торкретирования можно отнести быстроту нанесения материала, высокие адгезивные свойства и возможность нанесения в труднодоступных местах. К минусам относится: пылеобразование во время нанесения материала, образование отскока, что в свою очередь повышает расход материала, а также необходимо точно соблюдать технологию приготовления и нанесения материала. Существует два метода торкретирования, сухой и мокрый.

При использовании мокрого метода торкретирование необходимо приготовление заранее готового раствора и загрузка его в бак торкрет-установки. Готовый раствор попадает в соплу торкрет установки и через отдельный шланг с подается сжатый воздух, который выталкивает из установки готовый раствор как изображено на рис. 2. При мокром методе торкретирования выбрасываемый раствор имеет низкую скорость и поэтому этот способ не способен не подходит для глубокой гидроизоляции. Также при мокром торкретировании меньший отскок и пылеобразование, чем от сухого.

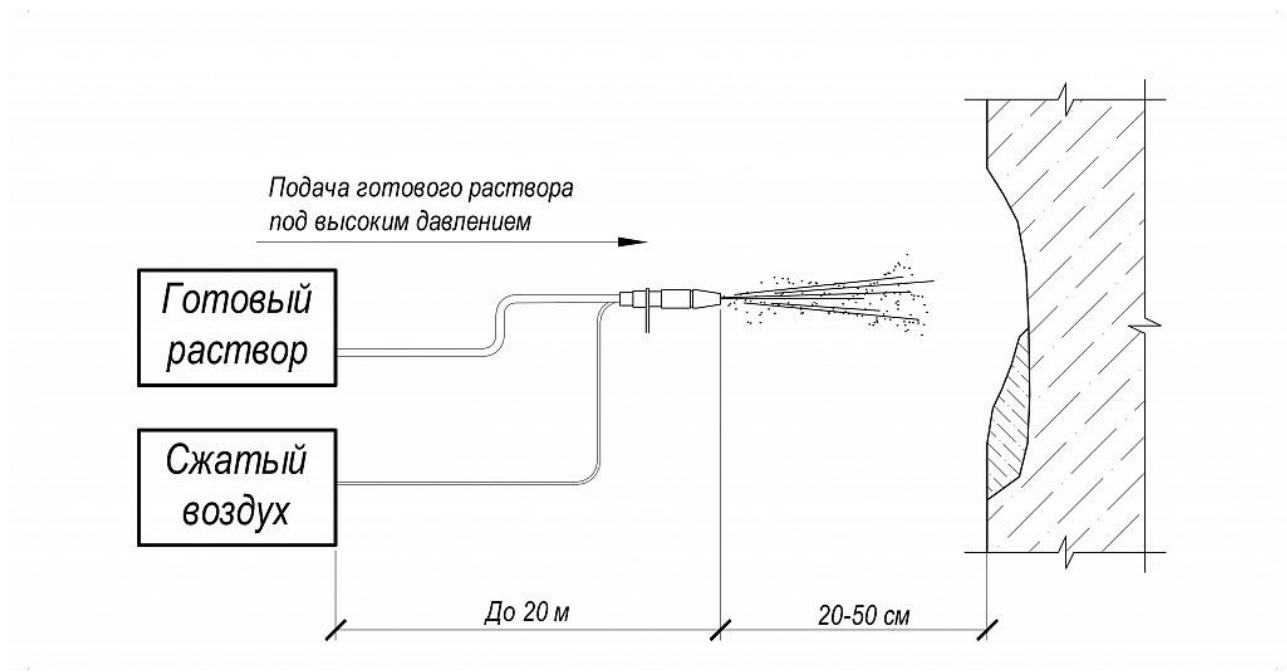


Рисунок 2 - Схема влажного торкретирования

В сухом методе торкретирование принцип работ тот же, что и в мокром, разница в том, что в бак торкрет-установки загружается сухая смесь, а увлажнение сухой смеси происходит в сопле установки через отдельный шланг, в котором подается вода. На выходе из сопла увлажненный материал имеет высокую скорость и поэтому частицы смеси могут попасть на большую глубину тела бетона через поры. Смесь в порах кристаллизуется и занимает все пространство не позволяя попадать влаге. Во время сухого метода торкретирования происходит большое пылеобразование и увеличиваются потери материала из-за отскока. Также как и мокрый метод, сухое торкретирование требует подготовительных работ.

Таким образом нанесение проникающей гидроизоляции является эффективным способом, но только после выполнения капитального ремонта ж\б облицовки оросительного канала и устранения всех дефектов. Без восстановления поверхности бетона существует большой риск плохой адгезии и растрескивания проникающей гидроизоляции.

Следующим способом герметизации оросительных каналов является способ с применением рулонных материалов. Рулонных материалов в современное время большое количество разновидностей, чаще всего применяются многослойные материалы. В таких материалах каждый слой предназначен для определенной цели и перекрывают недостатки друг друга. К примеру как верхний слой компонентного рулонного материала используют геомембрану, которая отличается высокой гидроизоляцией, а сверху и снизу используют геополотно, которое защищает геомембрану от разрывов и проколов. Нанесение рулонных материалов обычно не требует больших трудозатрат и квалифицированного персонала. Для сцепления с бетонными поверхностями используют склеивающие полимерные материалы либо метод с направлением рулонного покрытия к поверхности бетона. Для применения

данного метода необходимо проводить капитальный ремонт поверхности и восстанавливать все отколы бетона и широкие трещины. Перед нанесением рулонного материала поверхность должна быть ровной[5].

Следующий способ защиты от влаги - это инъекционная гидроизоляция. инъекционная гидроизоляция – это способ при котором гидроизоляционный раствор под давлением напрямую вводится в трещины и швы. Такой способ подходит как ремонтный для оросительных каналов и подготовительный перед использованием других гидроизоляционных материалов, как является точечным.

Таким образом, использование любых гидроизоляционных материалов в современное время требует обязательного ремонта ж\б поверхности оросительного канала. В связи с длительной эксплуатацией оросительных каналов, их техническое состояние значительно хуже, чем раньше и с каждым годом портится. Гидроизоляция бетонной поверхности позволит не только уменьшить потери воды из-за фильтрации, но и продлить срок службы оросительного канала, как уменьшится фактор разрушения ж/б облицовки под воздействием воды.

Список источников

1. Абдразаков Ф.К., Рукавишников А.А. Технологии эксплуатации и ремонта современных оросительных каналов / ФГБОУ ВО Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова. Саратов, 2024, 152 с.

2. Петров А. А., Садиев У. А., Газарян А. С. Глинистые экраны как средство борьбы с потерями водных ресурсов при производстве ремонтно-восстановительных работ ГТС // Гидротехника. 2022. № 2. С. 61-63.

3. Баев О.А., Складенко Е.О. Методы оценки эффективности и водопроницаемости противофильтрационных покрытий каналов // Экология и водное хозяйство, №3(06), 2020 г., [98-109].

4. Мещеряков Ю.Г., Федоров С.В. Проблемы применения проникающей гидроизоляции // Научно-технический журнал «Строительные материалы». 2015. с. 80-81.

5. Колганов А. В., Косиченко Ю. М., Складенко Е. О. Противофильтрационные облицовки каналов с использованием геосинтетических материалов // Мелиорация и гидротехника. 2022. Т. 12, № 3. С. 210–226.

6. Насрыева Л.И., Изотов В.С. Водопроницаемость бетона после отработки гидроизоляционными пропиточными системами // Научно-технический журнал «Строительные материалы и изделия» с. 319-324

7. Парфенов А.А., Сивакова О.А., Гусарь О.А., Балакирева В.В. Работа и разрушение бетона в условиях высокой и низкой температуры // Строительные материалы. 2019. № 3. С. 64–66.

© Беляков О.А., Абдразаков Ф.К., 2025

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ, СВЯЗАННЫЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ

**Кирилл Александрович Герасимов, соискатель¹,
Фярид Кинжаевич Абдразаков, заслуженный деятель науки РФ, д.т.н.,
профессор²**

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

¹ kir@gerasimovv.ru

² abdrazakov.fk@mail.ru

Аннотация. В статье анализируются экологические проблемы, связанные с эксплуатацией оросительных каналов: потери воды, ведущие к заболачиванию и засолению; заиление и загрязнение агрохимикатами; а также масштабное нарушение естественного гидрологического режима территорий.

Ключевые слова: Оросительные каналы, экологические риски, засоление почв, заиление, загрязнение агрохимикатами.

Для цитирования: Герасимов К.А. , Абдразаков Ф.К. Экологические риски, связанные с использованием оросительных каналов // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. С.32

Original article

ENVIRONMENTAL RISKS ASSOCIATED WITH THE USE OF IRRIGATION CANALS

**Kirill Aleksandrovich Gerasimov, Applicant¹,
Fyarid Kinzhayevich Abdrazakov, Honored Scientist of the Russian Federation,
Doctor of Technical Sciences, Professor²**

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

¹ kir@gerasimovv.ru

² abdrazakov.fk@mail.ru

Abstract. The article analyzes environmental problems associated with the operation of irrigation canals: water losses leading to waterlogging and salinization; siltation and pollution by agrochemicals; as well as large-scale disruption of the natural hydrological regime of the territories.

Keywords: Irrigation canals, environmental risks, soil salinization, siltation, pollution by agrochemicals.

For citation: Gerasimov K.A., Abrazakov F.K. Environmental risks associated with the use of irrigation canals // Fundamentals of Rational Nature Management: Proceedings of the XI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025. P.32

Оросительные каналы, являясь основным элементом ирригационных систем, играют ключевую роль в сельском хозяйстве, однако их эксплуатация сопряжена с рядом экологических рисков, влияющих на почвы, водные ресурсы и экосистемы в целом.

Одним из наиболее значимых негативных последствий является потеря воды за счёт инфильтрации и испарения. Эти процессы создают целый ряд негативных последствий для окружающей среды, включая деградацию почв, истощение водных ресурсов и нарушение экологического баланса территорий. Постепенное просачивание воды приводит к подъёму уровня грунтовых вод, что особенно опасно в районах с естественным высоким залеганием водоносных горизонтов. В результате происходит заболачивание земель, гибель древесной растительности и ухудшение условий для сельского хозяйства [1].

В засушливых регионах инфильтрация сопровождается капиллярным подъёмом минерализованных грунтовых вод. После испарения влаги соли (хлориды, сульфаты натрия и кальция) накапливаются в корнеобитаемом слое, снижая плодородие почв. В долгосрочной перспективе это приводит к опустыниванию и выводу земель из сельскохозяйственного оборота.

В регионах с дефицитом воды потери на инфильтрацию усугубляют нагрузку на реки и подземные источники. Чрезмерный забор воды для компенсации потерь нарушает естественный сток, что негативно влияет на экосистемы ниже по течению.

Одновременно с инфильтрационными потерями значительные объёмы воды теряются через испарение с поверхности каналов, особенно в регионах с высокой инсоляцией и низкой влажностью воздуха. В процессе испарения происходит увеличение минерализации оставшейся воды, изменение ее химического состава и накопление токсичных элементов, что ухудшает качество поливной воды и создает дополнительные экологические риски [2].

Другим серьёзным экологическим риском является заиление каналов. Заиление оросительных каналов возникает в результате накопления донных отложений, состоящих из минеральных частиц почвы, глинистых фракций, органического вещества и остатков агрохимикатов. Этот процесс развивается постепенно, но приводит к значительным негативным последствиям для всей водохозяйственной системы и окружающей среды. Основной причиной заиления является эрозия почв на орошаемых полях и прилегающих территориях, которая усиливается при отсутствии защитной растительности по берегам каналов и неправильной агротехнике возделывания сельскохозяйственных культур. Значительную роль играет и конструктивное

несовершенство самих каналов - отсутствие отстойников, фильтрующих сооружений и устройств для регулирования скорости течения воды.

Экологические последствия заиления проявляются в нескольких взаимосвязанных аспектах. Прежде всего, уменьшение глубины и ширины каналов вследствие накопления донных отложений приводит к существенному снижению их пропускной способности, что нарушает нормальное функционирование всей оросительной системы. Вода начинает распределяться неравномерно, вызывая переувлажнение одних участков и дефицит влаги на других, что негативно сказывается на продуктивности сельскохозяйственных угодий. Одновременно происходит ухудшение качества воды, особую опасность представляет накопление в донных отложениях тяжелых металлов, пестицидов и других токсичных веществ, которые попадают в каналы с поверхностным стоком и могут становиться источником вторичного загрязнения водной среды [2].

Проблемы усугубляются при проведении очистных работ - вынутый ил, содержащий значительное количество вредных веществ, обычно складывается на берегах, где под воздействием атмосферных осадков происходит вымывание загрязнителей и их миграция в окружающую среду. Во время паводков эти отложения могут размываться и переноситься на новые территории, расширяя зону загрязнения.

Для решения проблемы заиления оросительных каналов требуется комплексный подход, включающий инженерные, агротехнические и биологические методы. Среди инженерных решений наиболее эффективными являются строительство отстойников и фильтрационных барьеров, а также устройство систем регулирования скорости течения воды через систему шлюзов. Особое внимание должно уделяться экологически безопасным методам утилизации донных отложений, извлеченных при чистке каналов, включая их возможное использование после соответствующей обработки в качестве органических удобрений.

Ещё одной проблемой является загрязнение водных ресурсов агрохимикатами. С поливными и дождевыми водами в каналы поступает широкий спектр химических веществ, включая минеральные удобрения, пестициды и другие синтетические соединения. Особенностью данного вида загрязнения является его диффузный характер - химикаты попадают в водную систему не из точечных источников, а распределено, со всей площади водосбора, что значительно осложняет контроль и очистку [3].

Механизм загрязнения начинается с процесса вымывания агрохимикатов с орошаемых полей. После внесения удобрений значительная их часть не усваивается сельскохозяйственными культурами, а мигрирует с поверхностным стоком или просачивается в грунтовые воды. Особенно интенсивно этот процесс происходит при нарушении технологии внесения - превышении рекомендуемых доз, несвоевременной обработке (перед дождем или поливом), использовании запрещенных стойких соединений. Попадая в оросительные каналы, эти вещества включаются в сложные биохимические циклы,

трансформируясь под воздействием физико-химических и биологических факторов.

Особую опасность представляет накопление в каналах азотных соединений и фосфатов. Эти биогенные элементы вызывают процесс эвтрофикации - чрезмерного роста водной растительности и фитопланктона. Массовое развитие сине-зеленых водорослей (цианобактерий) приводит к "цветению" воды, уменьшению содержания растворенного кислорода, выделению токсинов и, как следствие, - к деградации водных экосистем.

Не менее серьезную угрозу представляют пестициды. Особая опасность пестицидного загрязнения заключается в уникальных свойствах этих веществ. Многие современные пестициды обладают высокой устойчивостью в окружающей среде и способностью к биоаккумуляции в живых организмах. [4]. Особую тревогу вызывает эффект суммации - одновременного присутствия в воде множества различных пестицидов, чье совместное действие может быть значительно опаснее, чем влияние каждого вещества по отдельности. Проблема усугубляется тем, что оросительные каналы часто являются звеном в сложной гидрографической сети, соединяясь с реками, озерами и другими водоемами. Таким образом, загрязнение приобретает трансграничный характер, распространяясь на значительные расстояния.

Кроме того, крупные оросительные системы могут нарушать естественный гидрологический режим территорий. Создание разветвленных оросительных систем приводит к глубокой трансформации естественного гидрологического режима обширных территорий, что представляет собой серьезную экологическую проблему. Масштабные изменения гидрологических характеристик происходят на различных уровнях - от локальных изменений почвенной влажности до регионального перераспределения водных ресурсов, что влечет за собой множество негативных экологических последствий.

Основным механизмом нарушения гидрологического режима является искусственное перераспределение водных масс. Забор воды из естественных источников для нужд орошения существенно изменяет их гидрографические характеристики. В нижнем течении рек, от которых отводятся оросительные каналы, наблюдается значительное уменьшение стока, особенно критичное в меженные периоды. Это приводит к изменению русловых процессов, сокращению площади пойменных земель и деградации связанных с ними экосистем. Ярким примером служит экологическая катастрофа Аральского моря, где масштабный забор воды на орошение хлопковых полей привел к практически полному исчезновению водоема.

На локальном уровне функционирование оросительных каналов вызывает подъем уровня грунтовых вод. Особую проблему представляет нарушение естественного баланса поверхностных и подземных вод. В районах с развитой оросительной сетью формируется искусственный гидрологический режим, существенно отличающийся от природного. Инфильтрационные потери из каналов и с орошаемых полей становятся основным источником питания грунтовых вод, изменяя направление и интенсивность их движения. По данным

гидрогеологических исследований, в зонах активного орошения этот подъем может достигать до 2-3 м в год [5].

Рассмотренные экологические проблемы, связанные с эксплуатацией оросительных каналов, представляют собой большую угрозу для устойчивого развития сельского хозяйства и сохранения водных экосистем. Особую тревогу вызывает совокупное воздействие этих процессов: инфильтрационные потери не только снижают эффективность орошения, но и провоцируют подтопление и засоление земель, в то время как испарение приводит к изменению химического состава воды. Параллельно заиление каналов донными отложениями, содержащими токсичные вещества, создает риски для водных экосистем, а диффузное загрязнение агрохимикатами приобретает трансграничный характер, распространяясь по всей гидрографической сети.

Для минимизации экологических рисков, связанных с эксплуатацией оросительных каналов, необходим комплексный подход. Прежде всего, требуется снижение потерь воды путем технической модернизации, например, применения гидроизоляционных материалов и внедрения водосберегающих технологий, таких как капельное орошение. Одновременно необходима борьба с заилением и загрязнением через создание береговых защитных полос, строительство отстойников и внедрение экологически безопасных методов утилизации донных отложений. Не менее важно предотвращение загрязнения агрохимикатами путем строгого соблюдения норм их внесения, перехода на биологические методы защиты растений и создания буферных зон вдоль каналов. Для восстановления нарушенного гидрологического режима необходимо соблюдение стока в естественные водоемы и рациональное управление водными ресурсами.

В заключение отметим, что эксплуатация оросительных каналов, будучи основой сельского хозяйства, сопряжена с серьезными взаимосвязанными экологическими угрозами. Деграция почв, водных ресурсов и экосистем, ярко проявившаяся в катастрофе Аральского моря, ставит под сомнение устойчивость аграрного сектора. Таким образом, переход к комплексному управлению водными ресурсами с внедрением современных водосберегающих технологий и строгим экологическим контролем становится необходимым условием для обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства и сохранения окружающей среды.

Список источников

1. Калашник, Ж. В. Влияние изменения уровня грунтовых вод на инженерно-геологическую обстановку Нижнего Поволжья // Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. – 2006. – №6.
2. Кирюхин, В. А. Эколого-гидрогеологические последствия образования импактных структур / В. А. Кирюхин, Л. П. Норова. – Москва : Наука. – 2009. – 96 с.
3. Кирейчева, Л. В. Влияние сельскохозяйственного производства на загрязнение водных объектов // Природообустройство. – 2020. – №5.

4. Волгина, Т. Н. Пути распространения пестицидов в объектах окружающей среды / Т. Н. Волгина, В. Т. Новиков, Д. В. Регужева // Региональные проблемы. – 2010. – №1.

5. Марнопольская, Ю. Т. Влияние оросительной системы и климатических факторов на уровень грунтовых вод (на примере Правоегорлыкского канала) // Успехи современного естествознания. – 2025. – №1. – С. 12-16.

© Абдразаков Ф.К., Герасимов К.А., 2025

Научная статья
УДК 631.432

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

Алексей Владимирович Кравчук, д.т.н., профессор¹

Татьяна Анатольевна Панкова, к.т.н., доцент²

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

¹aleks100sgau@yandex.ru

²vtanja@mail.ru

Аннотация. В статье проводится исследование влажности почвы в условиях Саратовского Заволжья, объектом исследования является темно-каштановая почва Марксовского района Саратовской области, возделываемая культура - люцерна.

Ключевые слова: влажность почвы, люцерна, климатические условия, мониторинг, водный режим.

Для цитирования: Кравчук А.В., Панкова Т.А. Исследование влажности почвы в условиях Саратовского Заволжья // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.37

Original article

A STUDY OF SOIL MOISTURE IN THE SARATOV TRANS-VOLGA REGION

Alexey Vladimirovich Kravchuk, doctor of Technical Sciences, Professor¹

Tatiana Anatolyevna Pankova, PhD, Associate Professor²

^{1,2} Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹aleks100sgau@yandex.ru

²vtanja@mail.ru

Annotation. The article presents a study of soil moisture in the conditions of the Saratov Trans-Volga region; the object of the study is the dark chestnut soil of the Marx district of the Saratov region; the cultivated crop is alfalfa.

Keywords: soil moisture, alfalfa, climatic conditions, monitoring, water regime.

For citation: Kravchuk A.V., Pankova T.A. Study of soil moisture in the conditions of the Saratov Trans-Volga region // Fundamentals of rational nature management: materials of the XI National conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2025, p.37

Важнейшими компонентами среды для роста и развития растений являются вода, воздух, тепло и почвенное питание, а также микроклимат приземного слоя атмосферы. Эти компоненты неразрывно связаны между собой, и без учёта этих взаимосвязей практически невозможно полноценное использование почвенных ресурсов.

В процессе эволюции под воздействием многочисленных факторов растения приспособились к колебаниям влажности почвы в течение вегетационного периода и не будут нуждаться в регулировании ее количества, если эти колебания происходят в пределах так называемых верхнего и нижнего пределов биологического оптимума [1, с. 39]. Эти пределы оптимальной влажности в корневой зоне определены для многих сельскохозяйственных культур и могут изменяться для одного растения с течением времени в зависимости от условий окружающей среды (механического и химического состава почвы, погодных условий), сортовых и видовых особенностей [2, с. 32].

Определяющим фактором получения планируемого урожая является влажность почвы, которая должна оставаться в определенных пределах в течение всего вегетационного периода.

Обеспечение оптимальных параметров влажности почвы позволяет не только получать требуемый урожай, но и рационально и экономно использовать поливную воду, сокращая при этом затраты топливно-энергетических ресурсов на орошение.

Для орошения оптимальные параметры почвы поддерживаются периодическими поливами (режимом орошения), восполняющими дефицит почвенной влаги, создаваемый в результате транспирации растений и воздействия погодных условий, которые в последнее время существенно изменились во всех регионах России.

Объектом исследования являлась темно-каштановая, маломощная, малогумусная, орошаемая почва суглинистого гранулометрического состава на бурой карбонатной глине, развитые на древнеаллювиальных слоистых отложениях, возделываемая культура – люцерна.

Опытный участок расположен к северо-востоку от южной окраины села Михайловка (Марксовский район Саратовской области).

Методика проведения эксперимента включала подготовку участка, детальный контроль за формированием водного режима расчетного слоя почвы,

отбор проб почв для установления их водно-гидрофизических показателей и определение урожайности люцерны.

Опытный участок поля был разделен на три площадки размером 2 х 4 м. Каждая площадка поливалась водой с расчетным режимом влажности в слое почвы 0-80 см не ниже предполивного порога влажности 70-75% от максимально допустимой.

На опытном участке была оборудована наблюдательная скважина – трубка для контроля влажности почвы с помощью скважинного влагомера TRIME-FM.

Микрорельеф экспериментального участка представлен на рисунке 1.

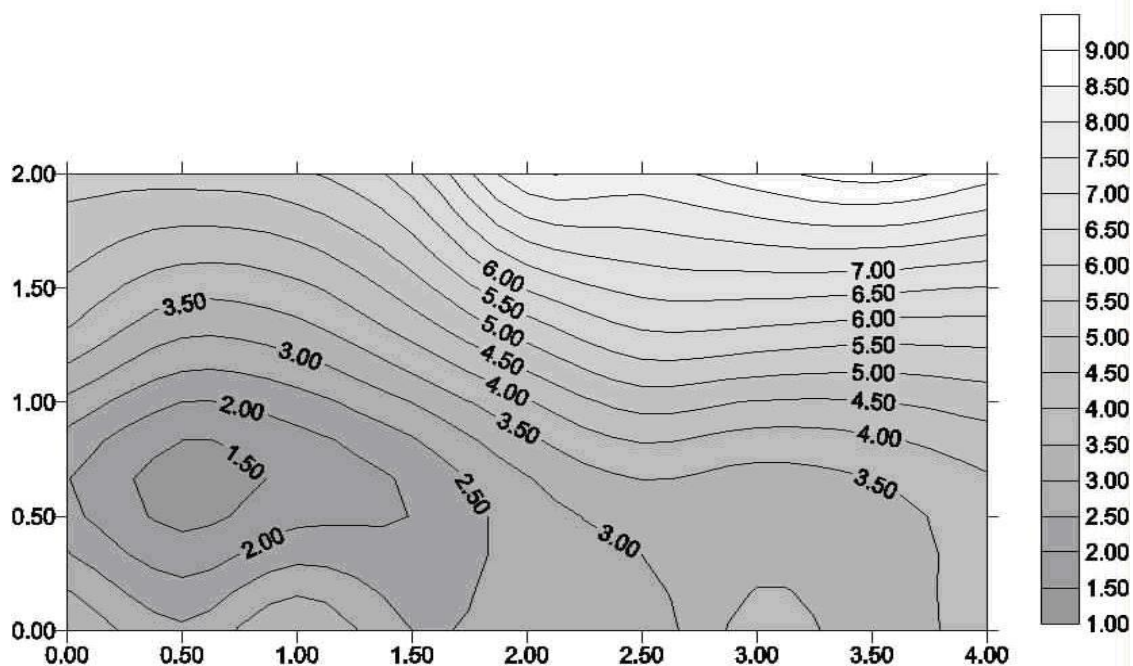


Рисунок 1 - Микрорельеф площадки № 1, горизонтали через 0,5 см

Оптимальными водными условиями для роста и развития растений считаются такие, при которых потребление воды растением не превышает ее поступления в корневые волоски как зону всасывания.

При недостатке влаги в почве видимых признаков увядания растений не наблюдается, но урожайность резко снижается и возрастает только при повышении влажности до необходимого уровня. Однако вода поступает в растения только при непосредственном контакте с корневыми волосками.

От критической влажности, соответствующей разрыву капиллярных связей воды в почве, до наименьшей влагоемкости почвенная вода движется в направлении источника ее поглощения [3, с. 34].

Пространственно-временная интерполяция результатов послойного мониторинга влажности почвы представлена на рисунке 2.

Экспериментальная площадка №1

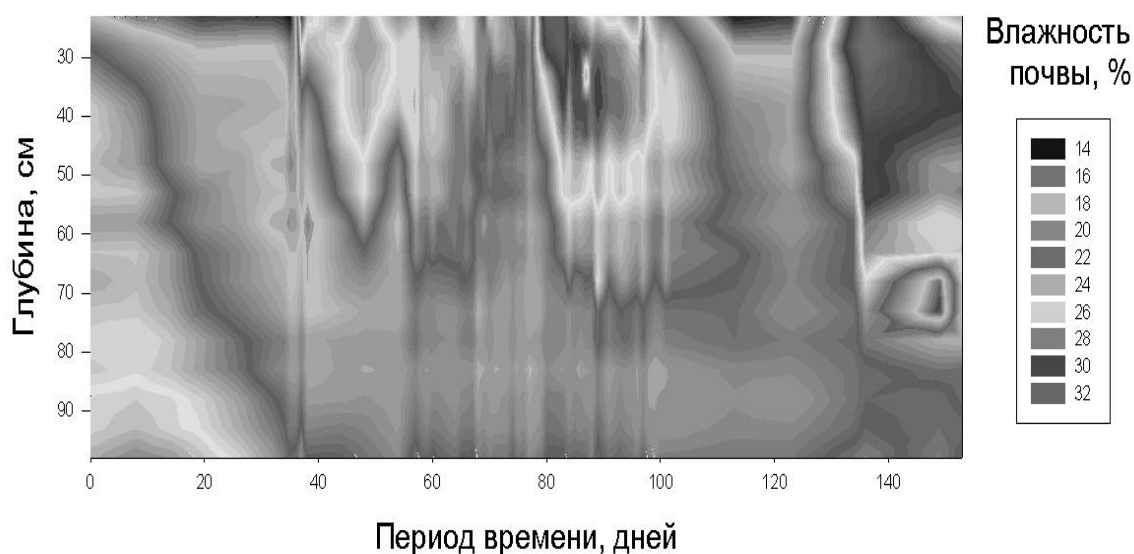


Рисунок 2 - Мониторинг влажности почвы в скважине

Проведя мониторинг влажности почвы опытного участка, можно сделать следующий вывод: влажность почвы (рисунок 2) в верхнем пахотном горизонте существенно изменялась от 18 % (весовая влажность) в межполивной период до 31 % после полива.

В слое почвы 40–80 см, где расположена основная часть корневой системы люцерны, колебания влажности почвы были менее значительными и составляли 20–25 %.

Управление водным режимом почвы требует понимания процессов движения воды и солей в зоне аэрации.

Список источников

1. Кравчук, А. В. Поливные режимы с учетом ортогенеза культур / А. В. Кравчук, А. Г. Улданов // Мелиорация и водное хозяйство. 2023. № 4. С. 38–39.
2. Григоров, М. С. Обоснование выбора верхнего и нижнего пределов влажности и глубины увлажнения расчетного слоя почвы / М. С. Григоров, А. В. Кравчук // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2007. № 1. С. 31–33.
3. Панкова, Т.А. Адаптивное нормирование орошением / Т. А. Панкова, А. В. Кравчук, С. С. Орлова [и др.] // Природообустройство. 2023. № 2. С. 28–35.

© Кравчук А.В., Панкова Т.А., 2025

ПРУДЫ УНПО «МУММОВСКОЕ» ФГБОУ ВО ВАВИЛОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА КАК ИСТОЧНИК ВОДЫ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ

**Лилия Сергеевна Мамедова, ассистент¹,
Роман Викторович Прокопец, к.т.н., доцент²**

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

¹liya-mironova-95@mail.ru

²proroman@inbox.ru

Аннотация. Орошение остается основным средством интенсификации земледелия, особенно в зонах, подверженных постоянным засухам. На современном этапе гидромелиоративные системы еще не являются экологически совершенными и не отвечают всем требованиям охраны природы, хотя и создаются с обязательной разработкой природоохранных мероприятий. Необходимость решения экологических проблем на орошаемых землях дала направление исследованиям по обоснованию требований к качеству оросительной воды, обеспечивающих поддержание благоприятного эколого-мелиоративного режима земель. Анализ литературы по проблемам оценки качества оросительной воды показывает, что преобладающим является системный подход по комплексной оценке требований к качеству оросительной воды.

В статье использован анализ мелиоративной практики отечественного агропромышленного комплекса использования местного стока в условиях дефицита водных ресурсов для орошения земель сельскохозяйственного назначения. Охарактеризованы возможности и принципиальная стратегия мониторинга качества воды в прудах УНПО «Муммовское» ФГБОУ ВО Вавиловского университета как источника для орошения земель.

Ключевые слова: Оросительная система, местный сток, качество оросительной воды.

Для цитирования: Мамедова Л.С., Прокопец Р.В. Пруды УНПО «Муммовское» ФГБОУ ВО Вавиловского университета как источник воды для орошения // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025.С.41

PONDS OF THE UNPO «MUMMOVSKOYE» OF THE VAVILOV UNIVERSITY AS A SOURCE OF IRRIGATION WATER

Lilia Sergeevna Mamedova, Assistant¹,

Roman Viktorovich Prokopets, PhD, Associate Professor²

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

¹liya-mironova-95@mail.ru

²proroman@inbox.ru

Annotation. Irrigation remains the main means of intensifying agriculture, especially in areas prone to persistent droughts. At the present stage, hydro-reclamation systems are not yet environmentally perfect and do not meet all the requirements of nature protection, although they are created with the mandatory development of environmental protection measures. The need to solve environmental problems on irrigated lands has given direction to research to substantiate the requirements for the quality of irrigation water, ensuring the maintenance of a favorable ecological and land reclamation regime. An analysis of the literature on the problems of assessing the quality of irrigation water shows that a systematic approach to a comprehensive assessment of irrigation water quality requirements is predominant.

The article uses an analysis of the land reclamation practice of the domestic agro-industrial complex for the use of local runoff in conditions of scarcity of water resources for irrigation of agricultural land. The possibilities and the principal strategy of monitoring the water quality in the ponds of the UNPO «Mummovskoye» of the Vavilovsky University as a source for irrigation of lands are described.

Keywords: Irrigation system, local runoff, irrigation water quality.

For citation: Mamedova L.S., Prokopets R.V. Ponds of the UNPO «Mummovskoye» of the Vavilov University as a Source of Water for Irrigation / // Fundamentals of Rational Nature Management: Proceedings of the XI National Conference with International Participation / Edited by S.S.Eliseev – Saratov: Vavilov University, 2025.P.41

Введение

Величина поливных и оросительных норм, качество воды, подаваемой на орошение, являются одним из основных факторов, формирующих водно-физические и физико-химические свойства орошаемых почв, определяют их мелиоративный режим в целом. Сложность и разнообразие почвенно-мелиоративных условий оросительных систем предопределяют повышенные требования к качеству оросительных вод по опасности развития процессов осолонцевания и засоления почв. Отклонения от требований, предъявляемых к качеству оросительных вод, обеспечивающих сохранение плодородия почв,

приводит к увеличению концентрации токсичных солей в почвенном растворе. Это является причиной повышения его осмотического давления, нарушает транспирацию, минеральное питание и фотосинтез растений [1].

Минерализация и химический состав оросительной воды могут создать опасность развития процессов общего и хлоридного засоления (Cl^-), натриевого ($\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$) и магниевое ($\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$) осолонцевания, содообразования ($\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-/\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) почв, отрицательно влиять на урожайность сельскохозяйственных культур и качество растительной продукции. Для оценки качества оросительной воды существуют различные почвенно-мелиоративные классификации [5].

Пригодность воды для орошения, ввиду отсутствия единых утвержденных требований, определяется на основе химического анализа по ирригационным коэффициентам, расчет которых производится различными методами.

Методология и методы исследования

В исследовании применялись общенаучные методы (научная абстракция, индукция, дедукция, анализ, синтез, сопоставление, аналогия, обобщение и др.), использовалась современная нормативная литература [5].

Результаты исследования

УНПО «Муммовское» Вавиловского университета расположено на территории и земельных угодьях д. Ершовки и Тепловки Аткарского района Саратовской области. Ершовское муниципальное образование расположено в центральной правобережной части Саратовской области, а сам административный центр д. Ершовка в 60 км северо-западнее областного центра г. Саратова и в 18 км юго-восточнее г. Аткарска. На территории учхоза имеются несколько прудов, построенных на балках еще в 50-х годах 20 века [2].

Тенденция создания прудов в пределах балочной системы с каждым годом угасает. Сохранившиеся структуры пребывают в плачевном состоянии: родники забиваются илом, сильнее зарастают камышом, тростником, осоками, водорослями. Искусственно создаваемые человеком водоемы вблизи населенных пунктов имеют комплекс назначений, таких как вода для орошения, место отдыха и структурный элемент хозяйствования. [1].

Балки УНПО «Муммовское» относятся к овражно-балочной сети реки Ершовка, протяжённость которых от 1,5 км до 10 км и площадью водосбора от 20 до 40 километров. Исследования проводились на трёх прудах УНПО «Муммовское» в разных частях балочной системы.

Пруды УНПО «Муммовское» не используются по своему прямому назначению для орошения земель. Пруд на балке Бондаренкова стал использоваться в целях орошения лишь 2023 году. У прудов обрывистые берега, характерные для искусственных объектов, дно характеризуется мелкими неровностями, образующимися в связи с активными процессами накопления органических и минеральных отложений. Прибрежная зона четко отделяется от основного тела пруда, она же характеризуется активной растительностью и обилием обитающих в ней животных. Активно развивается

не только прибрежная растительность, но и водная и подводная, включая водоросли в основном микроскопических размеров. Такая особенность повлияла на уменьшение прозрачности прудовой воды и изменение ее цвета в сторону зеленых и светло-зеленых оттенков.

Большинство исследователей при оценке качества воды используют показатель минерализации оросительных вод. Основоположником такой оценки является А.Н. Костяков [3], который характеризует ирригационные свойства вод в соответствии с их минерализацией. Следует отметить, что в различных классификациях оценка пригодности воды различной минерализации для орошения не всегда совпадает. Это объясняется краткосрочностью экспериментальных исследований и различиями в природных условиях объектов, для которых производится оценка. При орошении водами невысокой минерализации представляет опасность осолонцевание почв, заключающееся в замене в обменном комплексе почвы двухвалентных ионов на одновалентные.

Изложенные выше методики были использованы для оценки пригодности вод местного стока для орошения сельскохозяйственных земель в УНПО «Муммовское». Наблюдения за ирригационными качествами источников орошения проводились путем отбора проб воды в вегетационный период в соответствии с нормативными требованиями. Лабораторные исследования проб воды выполнялись по общепринятым методикам определения химических компонентов в воде.

Как показали проведенные исследования, воды пресные, по химическому составу гидрокарбонатные со смешанным катионным составом. Исходя из макрокомпонентного состава выполнены расчеты показателей ее пригодности для орошения. Воды обладают в основном хорошими и удовлетворительными ирригационными качествами. Минерализация оросительных вод находится в пределах от 0,28 до 0,52 г/дм³ и, согласно классификации, относятся к категории хороших или ограниченно пригодных с учетом местных природных и ирригационных условий.

Поскольку осолонцевание обусловлено в основном поступлением в почву натрия в обмен на ионы кальция и магния [4], которые вымываются из коллоидной фазы почвы в почвенный раствор, а согласно оценке по возможному развитию осолонцевания расчетные значения соотношения ионов значительно больше критического числа, следовательно, развитие процессов осолонцевания почв маловероятно.

Однако следует отметить, что механизмы взаимодействия между оросительной водой, почвенным раствором и твердой частью почвы весьма сложны и многообразны. При оценке пригодности воды для орошения нельзя установить строгих норм содержания в них различных солей, поскольку в каждом конкретном случае помимо качества используемой воды надо учитывать особенности почв и гидрогеологические особенности орошаемой территории.

Заключение

Каждый из показателей качества воды в отдельности хотя и несет информацию о ее свойствах, все же не может служить мерой качества воды, так как не позволяет судить о значениях других показателей, хотя иногда косвенно связан с некоторыми из них. Оценка пригодности воды в ирригационных целях позволяет заключить, что в настоящее время, несмотря на ее положительные характеристики, требуются строгий учет условий использования поливных вод и проведение агротехнических мероприятий, предупреждающих постепенное накопление вредных солей в почвах. Для предотвращения негативных последствий нерационального ведения орошаемого земледелия необходима организация постоянного мониторинга с интегрированной оценкой агроэкологического и гидрогеолого-мелиоративного состояния орошаемых массивов.

Список источников

1. Проблемы орошения сельскохозяйственных угодий и их засоления в XXI веке / В.В. Корсак, Р.В. Прокопец, Д.А. Курмангалиева, В.В. Афонин // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 8. – С. 19-24.
2. Прокопец, Р. В. Использование пруда на балке Бондаренкова в УНПО «Муммовское» Вавиловского университета для орошения / Р. В. Прокопец, А. Н. Никишанов, Е. В. Аржанухина // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы XIV Национальной конференции с международным участием, Саратов, 25–26 апреля 2024 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2024. – С. 339-342.
3. Прокопец, Р. В. Обследование каскада прудов на ручье Разбойщина в рамках проведения инженерных гидрометеорологических изысканий / Р. В. Прокопец, Б. В. Фисенко, И. И. Демакина // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы XV Национальной конференции с международным участием, Саратов, 10 апреля 2025 года. – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. – С. 360-365.
4. Прокопец, Р. В. Учет гидрофизических свойств почвы при оценке объема поверхностного стока на орошаемых землях / Р. В. Прокопец, Ф. В. Серебренников // Природообустройство. – 2015. – № 4. – С. 31-34.
5. Пронько, Н. А. Мониторинг состояния компонентов агроландшафтов: Допущено Федеральным учебно-методическим объединением в сфере высшего образования по УГСН 20.00.00 Техносферная безопасность и природообустройство / Н. А. Пронько, В. В. Корсак, Р. В. Прокопец. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2017. – 170 с.

© Мамедова Л.С., Прокопец Р.В., 2025

ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВОКЗАЛОВ

Анастасия Алексеевна Меняйло, студентка¹

Елена Николаевна Миркина, к.т.н., доцент².

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

¹menyaylo23@gmail.com

²docentmirkina@rambler.ru

Аннотация: В статье говорится, что железнодорожные вокзалы, предназначенные для обслуживания пассажиров, а также для отправления и прибытия поездов. Безопасность пассажиров и персонала является приоритетной задачей, а предотвращение пожара – ключевым элементом достижения данной цели. Противопожарное водоснабжение железнодорожных вокзалов России обеспечивается сетью трубопроводов, подключаемых к источникам воды.

Ключевые слова: железнодорожный вокзал, противопожарное водоснабжение, пожаротушение, нормативный расход, источник воды, внутренние пожаротушение, внешнее пожаротушение, автоматические системы пожаротушения.

Для цитирования: Меняйло А.А., Миркина Е.Н. Противопожарное водоснабжение железнодорожных вокзалов // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.46

Original article

FIRE-FIGHTING WATER SUPPLY OF RAILWAY STATIONS

Anastasia Alekseevna Menyaylo, student¹

Elena Nikolaevna Mirkina, PhD, Associate Professor².

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

¹menyaylo23@gmail.com

²docentmirkina@rambler.ru

Annotation: The article states that railway stations are designed to serve passengers and facilitate the departure and arrival of trains. The safety of passengers and staff is a top priority, and fire prevention is a key element in achieving this goal.

The fire-fighting water supply of railway stations in Russia is provided by a network of pipelines connected to water sources.

Keywords: railway station, fire-fighting water supply, fire-fighting, standard flow rate, water source, internal fire-fighting, external fire-fighting, automatic fire-fighting systems.

For citation: Menyailo A.A., Mirkina E.N. Firewater Supply for Railway Stations // Fundamentals of Sustainable Natural Resource Management: Proceedings of the 11th National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.46

Железнодорожные вокзалы, предназначенные для обслуживания пассажиров, а также для отправления и прибытия поездов. Это жизненно важные объекты, через которые ежедневно проходят тысячи людей.

Вокзалы планируются с учётом оптимальной организации пассажиропотоков и работы персонала.

Железнодорожные вокзалы должны предоставлять пассажирам дополнительные виды услуг: бытовые и медицинские услуги, питание и т.д. Предусмотрены помещения ресторана, кафе, буфета, узла связи, камеры хранения багажа, медпункта, киосков.

Все помещения железнодорожного вокзала можно объединить в четыре группы: помещения основного технологического назначения, помещения дополнительного обслуживания пассажиров, служебные помещения и вспомогательные помещения [1].

На железнодорожных вокзалах имеются залы ожидания пассажиров, комнаты матери и ребенка, также комнаты отдыха транзитных пассажиров, также имеются билетные кассы и справочное бюро, и другие служебно-технические помещения.

В зданиях вокзалов могут располагаться кассы авиакомпаний и предприятий общественного питания.

Железнодорожные вокзалы являются главным связующим звеном в цепи железнодорожных станций (рисунок 1 и 2).

Безопасность пассажиров и персонала является приоритетной задачей, а предотвращение пожара – ключевым элементом достижения данной цели.

Противопожарное водоснабжение железнодорожных вокзалов России обеспечивается сетью трубопроводов, подключаемых к источникам воды, обеспечивающих работу пожарных гидрантов на территории вокзала и систем пожаротушения внутри зданий, а также автоматические системы противопожарной защиты в соответствии с Правилами противопожарной безопасности[3].



Рисунок -1 Железнодорожный вокзал Новосибирска



Рисунок 2 - Железнодорожный вокзал в Иваново

Устройство наружного противопожарного водопровода регулируется сводом правил СП 8.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности».

Противопожарное водоснабжение — это система водопроводов, которая обеспечивает подачу воды независимо от времени суток и необходимого объема воды для целей пожаротушения снаружи и внутри зданий и сооружений, но также учитывает хозяйственно-питьевые и производственные потребности.

Главной функцией наружной водопроводной сети является надежная и бесперебойная подача воды по территории промышленного производства и населенных пунктов, в нужном объеме и с необходимым напором для тушения пожаров.

Расход воды для целей пожаротушения зависит от многих причин развития пожара и условий подачи в очаг пожара.

Проблема противопожарного водоснабжения является одной из основных в области пожаротушения.

Формула для расчета расхода воды на внутреннее пожаротушение зависит от того, что именно рассчитывается: общий расход, расход на конкретный пожарный кран или расход в трубопроводе. Для определения расхода на тушение пожара используется комплексная формула СП 8.13130.2009, которая суммирует расходы на внутреннее пожаротушение, наружное пожаротушение и системы автоматического пожаротушения[2].

Величина расхода воды для тушения пожаров приводится в соответствующих нормативных документах, которые составлены на основании обработки статистических данных о фактических расходах воды с учетом создания условий тушения на различных объектах.

Для расчета расхода воды, подаваемой на пожарный кран, используется нормативный расход, который составляет 2,5 л/с или 5 л/с (в зависимости от высоты и объема здания)[4]. Расход диктующий и давление диктующего пожарного крана принимаются по СП 10.13130.2009.

Водяные системы пожаротушения в настоящее время являются наиболее распространенными.

Общий расход воды на тушение пожара складывается из нескольких компонентов:

$$Q_{\text{пож}} = Q_{\text{нар}} + Q_{\text{вн}} + Q_{\text{сп}}$$

где $Q_{\text{пож}}$ – общий расчетный расход воды на тушение пожара;

$Q_{\text{нар}}$ – расход воды на наружное пожаротушение (от пожарных гидрантов);

$Q_{\text{вн}}$ – расход воды на внутреннее пожаротушение (от внутренних пожарных кранов);

$Q_{\text{сп}}$ – расход воды на спринклерные, дренчерные и другие автоматические системы пожаротушения.

Расход воды на внутреннее пожаротушение в общественных и производственных зданиях высотой более 50 м составляет 5 л/с на каждый пожарный ствол при наличии 4 струй, а при большем объеме зданий — 8 струй по 5 л/с, согласно СНиП 2.04.01-85.

Формула для расчета расхода воды в трубопроводе:

$$Q = \omega \cdot V$$

где Q – расход воды в трубопроводе;

ω – площадь трубы;

V – скорость в трубопроводе.

В них вода используется непосредственно в автоматических системах водяного пожаротушения, и в системах противопожарного водоснабжения

Список источников

1. СП417.1325800.2018 «Здания железнодорожных вокзалов. Правило проектирования» Минстрой России. 5 декабря 2018 г. Электронный документ: <https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/79d/SP-417.pdf> (дата обращения 28.09.2025).

2. Федюнина Т.В., Миркина Е.Н. Основы гидравлики и теплотехники//Учебное пособие. – Саратов, 2018. 150 С.

3. Водоснабжение вокзалов: https://agpipe.ru/articles/vodosnabzhenie_vokzalov (дата обращения:28.09.2025).

4. Горбачева М.П. Современные системы пожаротушения для строящихся зданий/М.П. Горбачева, Е.Н. Миркина, Р.М. Айбушев// Материалы международной научно-практической конференции. Кафедра «Организация и управление инженерными работами, строительство и гидравлика» ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, г. Саратов, кафедра «Организация строительства и управление недвижимостью» Национального исследовательского университета ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет», г. Москва, 2014.С.25-27.

© Меняйло А. А., Миркина Е.Н., 2025

ВОДОСНАБЖЕНИЕ АЭРОПОРТОВ

**Елена Николаевна Миркина, к.т.н., доцент¹,
Ольга Валентиновна Михеева, к.т.н., доцент²,
Татьяна Анатольевна Панкова, к.т.н., доцент³.**

^{1,2,3}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹docentmirkina@rambler.ru

²omuk@inbox.ru

³tanja@mail.ru

Аннотация: В статье говорится, что аэропорт – это транспортный узел, обеспечивающий перевозку людей, грузов и почты. Он должен быть оборудован системой непрерывного водоснабжения для целей хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения. Система водоснабжения проектируется по блочной схеме, чтобы можно было перекрывать весь аэропорт или отдельные его части.

Ключевые слова: аэропорт, аэровокзал, взлетно-посадочные полосы, источник водоснабжения.

Для цитирования: Миркина Е.Н., Михеева О.В., Панкова Т.А. Водоснабжение аэропортов // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.50

Original article

AIRPORT WATER SUPPLY

**Elena Nikolaevna Mirkina PhD, Associate Professor¹,
Olga Valentinovna Mikheeva PhD, Associate Professor²,
Tatyana Anatolyevna Pankova PhD, Associate Professor³.**

^{1,2,3}Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹docentmirkina@rambler.ru

²omuk@inbox.ru

³tanja@mail.ru

Annotation: The article states that an airport is a transport hub that provides transportation of people, cargo and mail. It must be equipped with a continuous water supply system for the purposes of domestic drinking and fire water supply. The water

supply system is designed according to a block design so that it is possible to cover the entire airport or its individual parts.

Keywords: airport, aerovokzal, vzletno-posadochnyye polosy, source of water supply.

For citation: Mirkina E. N., Mikheeva O. V., Pankova T. A. Airport water supply // Fundamentals of rational environmental management: materials of the XI National Conference with international participation - Saratov: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vavilov University, 2025, p.50

Аэропорт – это транспортный узел, обеспечивающий перевозку людей, грузов и почты. Эти операции осуществляются обслуживающим персоналом, а также с помощью специальной техники, зданий, и сооружений различного назначения. Он включает в себя аэродром (взлетно-посадочные полосы, перроны), аэровокзал и другие вспомогательные объекты.

Аэровокзальные комплексы аэропортов предназначены для комплексного предполетного и послеполетного обслуживания пассажиров воздушного транспорта, а также провожающих и встречающих. В его состав входят аэровокзал, привокзальная площадь, примыкающий к зданию аэровокзала «ближний» перрон.

Перечисленные зоны аэровокзального комплекса должны иметь одинаковую соответствующую пропускную способность и единство функциональных, технологических и архитектурно-планировочных решений.

Аэровокзал является главным связующим звеном в цепи аэровокзального комплекса.

Он относится к группе общественных зданий и представляет собой основной элемент аэровокзального комплекса в системе наземного обслуживания пассажиров. Здесь производятся приобретение билетов, регистрация их и оформление багажа, досмотр пассажиров и их ручной клади (багажа) в целях обеспечения безопасности полетов и пограничный контроль в международных аэровокзалах.

Аэровокзал оборудован билетными кассами и стойками регистрации билетов, стойками пограничного контроля, транспортерами для приема и выдачи багажа, информационными табло для объявления расписания полетов и другой информации, направляющей движение пассажиров и посетителей внутри аэровокзала.

Аэровокзал также должен предоставлять пассажирам дополнительные виды услуг: бытовые и медицинские услуги, питание и т.д. Предусмотрены помещения ресторана, кафе, буфета, узла связи, камеры хранения багажа, медпункта, киосков, магазинов беспошлинной торговли в международных аэропортах и т.д.

Все помещения аэровокзала можно объединить в четыре группы: помещения основного технологического назначения, помещения

дополнительного обслуживания пассажиров, служебные помещения и вспомогательные помещения.

Инфраструктура аэропорта играет решающую роль в обеспечении комфорта и безопасности пассажиров. Особое внимание уделяется системам водоснабжения. Это целая инфраструктурная сеть, которая должна обеспечивать надёжное, бесперебойное и безопасное водоснабжение всех зон аэропорта: от помощи в уходе за самолетами до удовлетворения бытовых нужд пассажиров.

Система водоснабжения спроектирована по блочной схеме, чтобы можно было перекрывать весь аэропорт или отдельные его части.

Магистральные трубопроводы следует прокладывать на крупных вокзалах и в аэропортах в технических коридорах. Это необходимо, чтобы можно было подводящие трубопроводы и арматуру можно было обслуживать, не прекращая работы.

Используемый источник воды должен соответствовать ГОСТу «Питьевая вода». Нормы потребления воды устанавливаются СНиП «Предприятия общественного питания», СНиП «Внутренний водопровод и канализация»; центральное горячее водоснабжение предусматривается только в средних и больших аэропортах [1,2].

В качестве источников водоснабжения аэропорта следует использовать существующие системы водоснабжения ближайших к аэропорту городов, поселков или предприятий, а также артезианские скважины. Использование открытых водоемов допускается только в исключительных случаях. Артезианские скважины систем водоснабжения располагаются как можно ближе к водопотребителям, на территории аэропорта или вблизи ее границы с соблюдением санитарных требований к водоохраным зонам [3,4].

В местах социально значимой инфраструктуры необходимо предусмотреть установку питьевых фонтанчиков.

Современные аэропорты активно внедряют интеллектуальные технологии управления водоснабжением, системы мониторинга для управления расходом воды и недопущения утечек, автоматизируют регулирование напора и температуры воды, обеспечивая пассажирам комфорт и безопасность, используют возобновляемые источники воды. Современные аэропорты переходят на использование дождевой воды после ее очистки.

Расчет водопотребления осуществляется по СНиП 2.04.02-84. Также в рекомендациях по проектированию вокзалов (включая аэропорты) содержатся таблицы с расчетными нормами потребления в зависимости от пассажиропотока:

- малые и средние вокзалы – 10 л в сутки на 1 пассажира, 1,1 в час на пассажира;
- крупные аэровокзалы – 15 л в сутки, 0,8 л на пассажира в час;
- расходы воды персоналом – 25 л в сутки за смену, 5 л в час на сотрудника;
- расходы воды на механизированную уборку – 1-2 л/м².

При этом места общественного питания, полив, душевые, прачечные, гостиницы и прочие хозяйственные нужды рассчитываются отдельно.

Гидравлический расчет сетей внутренних водопроводов холодной воды необходимо производить по максимальному секундному расходу воды.

Определяется общее потребление воды в день по формуле:

$$Q = Q_{пит} + Q_{пром} + Q_{прот} + Q_{тех}$$

Потребление воды на питьевые цели определяется по формуле:

$$Q_{пит} = (N_{нас} + N_{пер}) \cdot Q$$

Потребление воды в технических целях определяется по формуле:

$$Q_{тех} = (\omega_{объектов}) \cdot Q_{тех}$$

Потребление воды для пожаротушения зависит от площади, класса пожара и принимается согласно нормативам.

Потери напора на участках трубопроводов систем холодного водоснабжения H , м, следует определять по формуле:

$$H = il(1 + k_t), м$$

где: k_t следует принимать:

0,3 - в сетях хозяйственно-питьевых водопроводов жилых и общественных зданий;

0,2 - в сетях объединенных хозяйственно-противопожарных водопроводов жилых и общественных зданий, а также в сетях производственных водопроводов;

0,15 - в сетях объединенных производственных противопожарных водопроводов;

0,1 - в сетях противопожарных водопроводов.

При объединении стояков в секционные узлы потери напора в узле следует определять по формуле

$$H = \frac{f \sum il(1 + k_t)}{m}$$

где f коэффициент, учитывающий характер водоразбора в системе и принимаемый:

0,5 - для систем хозяйственного водопровода;

0,3 - для систем хозяйственно-противопожарного водопровода;

m – число стояков в узле.

Водопровод аэропортов необходимо проектировать по СНиП 2.04.01-85, СНиП 2.04.02-84*, СНиП 2.04.03-85.

Список источников

1. ГОСТ Р 51232-98 «Питьевая вода» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200003120>

2. Миркина Е.Н. Безопасная вода для целей водоснабжения// Тенденции развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Материалы международной научно-практической конференции. г. Саратов 2016 г. С.158-160.

3. Миркина Е.Н. Методы улучшения качества поверхностных вод//Современные технологии в строительстве, теплоснабжении и энергообеспечении. Материалы международной научно-практической конференции. Г. Саратов 2015 г. С.144-146.

4. Миркина Е.Н. Способы улучшения качества подземных вод/ Миркина Е.Н. Айбушев Р.М.//Основы рационального природопользования. Сборник материалов V международной конференции. г. Саратов 2016 г. С.410-413.

© Миркина Е.Н., Михеева О.В., Панкова Т.А. 2025

Научная статья
УДК 631.675

РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ СУДАНСКОЙ ТРАВЫ В ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПОСЕВАХ

Александр Николаевич Никишанов, к.с.-х.н., доцент¹,

Роман Викторович Прокопец, к.т.н., доцент²,

Екатерина Владимировна Аржанухина, к.с.-х.н., доцент³

^{1,2,3} Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹nikischanovan@sgau.ru

²proroman@inbox.ru

³cugarik@rambler.ru

Аннотация. В статье рассматривается вопрос использования суданской травы в качестве промежуточной культуры на орошаемых землях и особенности режима орошения в Саратовском Заволжье.

Ключевые слова: суданская трава, промежуточные культуры, режим орошения

Для цитирования: Никишанов А.Н., Прокопец Р.В., Аржанухина Е.В. Режим орошения суданской травы в промежуточных посевах // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. С.54

Original article

IRRIGATION REGIME FOR SUDAN GRASS IN INTERMEDIATE CROPS

Alexander Nikolaevich Nikishanov, PhD, Associate Professor¹,

Roman Viktorovich Prokopets, PhD, Associate Professor²,

Ekaterina Vladimirovna Arzhanukhina, PhD, Associate Professor³

^{1,2,3}Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹nikischanovan@sgau.ru

²proroman@inbox.ru

³cugarik@rambler.ru

Abstract. The article discusses the use of Sudan grass as an intermediate crop on irrigated lands and the features of the irrigation regime in the Saratov Volga region.

Keywords: Sudan grass, intermediate crops, irrigation regime

For citation: Nikishanov A.N., Prokopets R.V., Arzhanukhina E.V. Irrigation regime of Sudan grass in intermediate crops // Fundamentals of rational nature management: materials of the 11th National Conference with international participation – Saratov: Vavilov University, 2025. P.54

В системе мер, направленных на интенсификацию сельскохозяйственного производства в условиях засушливого Заволжья, важное место занимает орошение земель. Но орошение земель всегда требовало привлечения больших финансовых затрат, поэтому требовалось достаточно серьезное обоснование. Для повышения эффективности оросительных мелиораций используется несколько подходов: возделывание высокодоходных культур на орошаемых землях; снижение затрат при проведении поливов; внедрение ресурсосберегающих технологий; строгое соблюдение агротехнических требований и др. [1]

Одним из таких приемов является наиболее полное использование орошаемых земель в течение всего теплого периода времени за счет возделывания на них промежуточных культур. Промежуточные посевы позволяют за счет более полного использования агроклиматических ресурсов и материально-технических средств получать в год с одной площади вместо одного два, а может быть даже и три урожая. При этом структура посевов основных культур в хозяйстве не нарушается, посевные площади не расширяются, что особенно важно для хозяйств с ограниченными орошаемыми площадями[2].

Чаще всего в качестве промежуточных посевов используют кормовые культуры, которые позволяют получать полноценный зеленый корм в течение длительного периода времени, что благоприятно сказывается на доходности животноводческой отрасли.

Кроме того, промежуточные посевы имеют также и важное агротехническое значение, они выполняют фитосанитарную роль в севообороте – снижается засоренность посевов, численность вредителей и пораженность растений болезнями. За счет корневых и пожнивных остатков возделываемых промежуточных культур почва обогащается органическим веществом, основным источником образования гумуса. Промежуточные посевы

уменьшают, а нередко и полностью предотвращают водную эрозию, улучшают микроклимат, предупреждают засоление и заболачивание почв.

Суданская трава является одной из наиболее ценных однолетних кормовых культур, возделываемых в Саратовском Заволжье. Она пригодна к использованию в различных видах: зеленая масса на корм, сено, сенаж, травяная мука, силос. Культура не требовательна к почвенным условиям, растет даже на солонцах, но очень отзывчива на поливы и удобрение. Зеленая масса хорошо поедается всеми видами сельскохозяйственных животных, незаменима в качестве основной культуры на пастбищах.

Возделывание суданской травы определяется почвенно-климатическими условиями района и биологическими особенностями растения. Агроклиматические условия Саратовского Заволжья вполне благоприятны для летних посевов данной культуры. Сумма активных температур для большинства районов составляет около 3000 °С. После уборки озимых культур остается около 1400-1600 °С, что вполне достаточно для возделывания суданской травы в данном регионе [3].

Другим важным условием возделывания промежуточных культур, и суданской травы в том числе, является обеспеченность растений водой. Комплексным показателем, оценивающим уровень влагообеспеченности территории, является гидротермический коэффициент, равный отношению суммы осадков к сумме активных температур, уменьшенной в десять раз. По данным многих авторов [2,4,6], повторные посевы возможно проводить в районах с гидротермическим коэффициентом более 0,6. В летние месяцы ГТК в Саратовском Заволжье чаще всего находится в пределах 0,4-0,6. Следовательно, в данной зоне повторные посевы возможны только в условиях орошаемого земледелия.

Промежуточные культуры в Саратовском Заволжье чаще всего высевают в летний период, после уборки основных сельскохозяйственных культур. Это обусловлено климатическими условиями района, в частности слишком интенсивным нарастанием температур в весенний период. Поэтому хозяйства стремятся в более короткий срок провести посев основных культур, чтобы растения смогли максимально использовать весеннюю влагу для роста и развития.

По окончании уборки озимых культур вполне достаточно температурных ресурсов для вторичного использования орошаемых земель и получения дополнительной продукции. Продолжительный безморозный период, большое количество тепла и света создают возможности возделывания в промежуточных посевах многих культур не только на зеленую массу и силос, но даже и на зерно.

Основным лимитирующим фактором при выращивании вторых посевов на этих землях является недостаточная обеспеченность растений водой, так как первые культуры сильно иссушают почву. Но этот недостаток нивелируется на орошаемых землях путем проведения предпосевных и вегетационных поливов.

Суданская трава отличается высокой урожайностью в летних промежуточных посевах. Она обладает большой способностью куститься, при этом процесс кущения продолжается весь период вегетации, вплоть до цветения. Процесс образования новых побегов зависит как от естественных условий произрастания, так и от уровня агротехники. Наиболее энергично кущение суданской травы происходит при поддержании влажности почвы на уровне 75-80% от наименьшей влагоемкости. Также значительное влияние на энергию кущения оказывает уровень минерального питания [6].

Посев суданской травы в летние месяцы необходимо проводить сразу же после уборки основной культуры. В это время чаще всего стоит сухая и жаркая погода, поэтому для получения дружных всходов полив необходимо проводить либо сразу после обработки почвы, либо сразу после посева. В дальнейшем сроки поливов устанавливают в зависимости от складывающихся метеорологических условий. Но так как период вегетации в этот период меньше, то и режим орошения поддерживается более экономный [5]. К тому же суданская трава активно использует почвенные влагозапасы, оставшиеся после основной культуры, которые на орошаемых землях всегда имеются в некотором количестве.

Таким образом, режим орошения суданской травы, возделываемой в промежуточных посевах, складывается из предпосевного полива нормой 250-300 м³/га и двух-трех вегетационных поливов нормой 400-500 м³/га. Причем величина поливной нормы первого вегетационного полива меньше, чем для последующих поливов ввиду слабой развитости корневой системы. А в целом, величины поливных норм для суданской травы в качестве промежуточной культуры существенно меньше, чем при ее возделывании в качестве основной культуры. Это обусловлено коротким вегетационным периодом и отсутствием необходимости растениям развивать глубоко проникающую корневую систему в связи с наличием выпадающих осенних осадков.

Таким образом, агроклиматические условия Саратовского Заволжья позволяют получать на орошаемых землях по два урожая за один год при правильном подборе основной и промежуточной культуры. После озимых культур возможно возделывание суданской травы как на зеленый корм, а также в качестве пастбищной культуры в осеннее время при дефиците сочных кормов на естественных угодьях.

Список источников

1. Воронин, Н.Г. Орошаемое земледелие // М.: Агропромиздат.-1989. 336 с.
2. Халилов, Ш.А. Кормовые культуры на орошаемых землях // Саратов: Научная книга. - 2001. – 252 с.
3. Агроклиматический справочник по Саратовской области. Л.: Гидрометеиздат, 1958. 229 с.
4. Никишанов, А.Н. Обоснование режима орошения суданской травы на южных черноземах Саратовского Заволжья при различных нормах внесения

минеральных удобрений // Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Саратов, 1998.

5. Никишанов, А.Н. Повышение эффективности орошаемого земледелия за счет возделывания промежуточных культур / Никишанов А.Н., Прокопец Р.В., Рамазанова Б.М., Сескутов Г.Д. / Основы рационального природопользования. Материалы VIII Национальной конференции с международным участием. Саратов, 2022. с. 47-50.

6. Никишанов, А.Н. Оптимизация пищевого режима орошаемых земель при возделывании суданской травы / Никишанов А.Н., Аржанухина Е.В., Халилов Ш.А. / Вавиловские чтения-2007. Материалы международной научно-практической конференции. Саратов, 2007. с. 239-240.

© Никишанов А.Н., Прокопец Р.В., Аржанухина Е.В., 2025

Научная статья
УДК 626.81

СТРОИТЕЛЬСТВО ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В ЗАПАДНО - КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Сергей Владимирович Олейников, к.т.н., ассоциированный профессор¹

Лязат Анатольевна Садыкова, к.т.н., ассоциированный профессор²

Бибигуль Абуевна Саргужиева, старший преподаватель³

^{1,2,3}Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет, г. Уральск, Республика Казахстан

¹oleinikov@mail.ru

²lazatsadykova022@gmail.com

³sarguziyevabibi@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы проектирования и строительства оросительной системы в Западно-Казахстанской области на примере ТОО «Акас». Приведены технико-экономические обоснования создания системы дождевального орошения площадью 2000 га, направленной на обеспечение устойчивого водоснабжения сельскохозяйственных культур и повышение эффективности животноводства региона. Представлены расчёты водопотребления, подбор насосного оборудования, характеристика дождевальных установок, а также анализ воздействия на окружающую среду. Реализация проекта позволит повысить урожайность кормовых культур, обеспечить продовольственную безопасность и создать экологически устойчивое производство.

Ключевые слова: орошение, оросительная система, сельское хозяйство, водопотребление, насосная станция, экологическая безопасность, Западно-Казахстанская область.

Для цитирования: Олейников С.В., Садыкова Л.А., Саргужиева Б.А.

Строительство оросительной системы в Западно - Казахстанской области // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием- Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025г. С.58

Original article

CONSTRUCTION OF AN IRRIGATION SYSTEM IN THE WEST KAZAKHSTAN REGION

Sergey Vladimirovich Oleynikov, PhD in Engineering, Associate Professor¹

Lyazat Anatolyevna Sadykova, PhD in Engineering, Associate Professor²

Bibigul Abuevna Sarguzhieva, Senior Lecturer³

^{1,2,3} West Kazakhstan Innovative and Technological University, Uralsk, Republic of Kazakhstan

¹ oleinikov@mail.ru

² lazatsadykova022@gmail.com

³ sarguziyevabibi@gmail.com

Annotation. The article discusses the design and construction of an irrigation system in the West Kazakhstan region, using LLP «Akas» as a case study. Technical and economic justifications for the creation of a 2000-hectare sprinkler irrigation system are presented, aimed at ensuring stable water supply for agricultural crops and improving livestock production efficiency in the region. Calculations of water demand, selection of pumping equipment, characteristics of sprinkler installations, and an analysis of environmental impact are provided. The implementation of the project will increase forage crop yields, strengthen food security, and promote environmentally sustainable agricultural production.

Keywords: irrigation, irrigation system, agriculture, water consumption, pumping station, environmental safety, West Kazakhstan region.

For citation: Oleynikov S.V., Sadykova L.A., Sarguzhieva B.A. Construction of an Irrigation System in the West Kazakhstan Region // Fundamentals of Rational Nature Management: Proceedings of the XI National Conference with International Participation. – Saratov: Vavilov University, 2025.P.58

Сельское хозяйство является одной из важнейших отраслей национальной экономики, обеспечивая население продовольствием и промышленность сырьём. Земля — главный природный ресурс страны, а развитие аграрного и животноводческого сектора является приоритетом государственной политики, определяющим продовольственную безопасность и социальную стабильность общества [1].

Применение современных агротехнологий позволяет повысить рентабельность сельского хозяйства. Одним из ключевых факторов роста урожайности является эффективная система полива. Орошение обеспечивает оптимальные условия для роста растений, регулирует влажность и температуру

почвы, активизирует микробиологические процессы и повышает качество питания культур [2].

Рационально спроектированные системы полива создают оптимальный водно-воздушный режим почвы, что способствует увеличению урожайности и стабильности производства. Режим орошения определяется нормами и сроками поливов, зависящими от погодных условий и фаз развития растений. Например, пшеница требует повышенного водопотребления в период кущения, а бобовые активнее усваивают влагу при развитии клубеньковых бактерий [3].

Орошение кормовых культур имеет особое значение для животноводства. Орошаемые участки обеспечивают бесперебойное поступление зелёных кормов для крупного рогатого скота в летний период и сырьё для заготовки силоса, сенажа и сена. До 75 % годового удоя возможно обеспечить за счёт зелёных кормов, что снижает себестоимость продукции и повышает эффективность хозяйства.

Основными видами продукции ТОО «Акас» являются молоко и мясо крупного рогатого скота. Планируется организация орошаемого участка площадью 2000 га для выращивания кормовых культур, полностью обеспечивающих потребности животноводческих подразделений предприятия.

Преимущества местной продукции заключаются в продовольственной независимости региона, экологической чистоте продуктов, использовании современного оборудования и доступных ценах [4].

Для реализации проекта предусмотрено использование талых вод и забор воды из реки Барбастау. На оросительной системе ТОО «Акас» (Теректинский район ЗКО) планируется применение 40 дождевальных машин кругового действия с радиусом от 335 до 625 м.

Для орошения выбрана установка Valley® модели E2065-G/145 см с гидроприводом Spinner. Конструкция с трубами диаметром 127 мм и пролетами длиной 43–66,7 м отличается простотой эксплуатации, низкими затратами на обслуживание и возможностью работы на полях с уклоном до 2 %. Круговая установка длиной 559 м способна орошать до 106,6 га из одного положения и может перемещаться на другие участки.

Реализация проекта строительства оросительной системы в Западно-Казахстанской области позволит повысить урожайность кормовых культур, укрепить кормовую базу животноводства и создать устойчивое, экологически безопасное производство, способствующее продовольственной независимости региона.

Характеристики и комплектация дождевальных круговых машин для участка НС 1, приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1- Характеристика круговой машины с центрприводной системой R 400 м

1	Подача воды	300	м³/ч
2	Подача воды	83,3	л/с
3	Давление на входе в машину	4,1	бар
4	Давление в конце системы	1	бар
5	Время прохождения круга при 250 м³/га (25 мм осадков)	92,8	час.
6	Длина консоли	400	м
7	Поливная площадь основная	50,3	га
8	Площадь полива пистолетом, полив 4-х углов	4	га
9	Общая площадь	54,3	га
10	Гидромодуль	0,78	л/с/га
11	Тип электропитания	380/50	В/Гц
12	Мощность энергопотребления, не более	15,0	кВт

Таблица 2 - Характеристика круговой машины с центрприводной системой R 420 м

1	Подача воды	320	м³/ч
2	Подача воды	86,8	л/с
3	Давление на входе в машину	4,1	бар
4	Давление в конце системы	1	бар
5	Время прохождения круга при 250 м³/га (25 мм осадков)	92,8	час.
6	Длина консоли	420	м
7	Поливная площадь основная	55,4	га
8	Площадь полива пистолетом, полив 4-х углов	5	га
9	Общая площадь	60,4	га
10	Гидромодуль	0,82	л/с/га
11	Тип электропитания	380/50	В/Гц
12	Мощность энергопотребления, не менее	15,0	кВт

Следовательно, для обеспечения одновременной работы дождевальных машин на участке НС 1, потребуется насосный агрегат производительностью не менее 620 м³/ч и напором 60 м (Q-Н характеристика 620 - 60). Однако, если оба участка данного поля засеять кормовыми культурами с различными режимами орошения, то достаточно будет насосного агрегата с Q-Н характеристикой 320 – 40.

Для подачи воды к дождевальным установкам планируется установить береговые насосные станции открытого типа, укомплектованные одноступенчатыми полупогружными насосами серии LYA, разработанными компанией Deer Blue Pump. Тип и марка насоса приняты, исходя из следующих условий:

1. полупогружной насос не требует предварительной закачки перекачиваемой жидкости в насос, что значительно упрощает его эксплуатацию в реальных условиях;

2. техническая характеристика насоса соответствует требуемым параметрам:

- подача до 800 м³/ч
- напор до 800 м
- давление до 10 МПа
- температура от -80 до 150°С
- глубина погружения насоса - до 8 метров.

Насосное оборудование станции включает от одного до трех однотипных насосов с Q - H характеристикой 320 - 60. Расположение насосной станции относительно водного источника - береговое с сезонным режимом работы. На зимний период станция демонтируется и сдается на консервацию и хранение.

Приводные двигатели насосных агрегатов станции - асинхронные электродвигатели мощностью от 15 до 37 кВт каждый, напряжение 380 В, 50 Гц. Источник электроэнергии - воздушная электрическая линия 0,4 кВ, 4-х проводная, проходящая вдоль автомобильных дорог к насосным станциям.

Энергоснабжение насосной станции регламентируются Правилами устройства электроустановок Республики Казахстан, ПУЭ изд. 15. Главный распределительный щит, включающий и щиты управления установлены в непосредственной близости насосной станции на металлической стойке. Категория надежности электроснабжения – III [5].

Источником водоснабжения объекта являются: талые воды, собираемые в искусственные водоемы (пруды-накопители) и водохранилище на реке Барбастау. Река Барбастау относится к постоянному водотоку реки Урал. Долина р. Барбастау представляет собой аккумулятивно-денудационную поверхность, сложенную водораздельными суглинками.

Эксплуатация орошаемого участка, рассматриваемого в ТЭО, не оказывает прямого негативного воздействия на окружающую среду. Однако увеличение кормовой базы и перевод животноводства на промышленные основы могут привести к росту антропогенной нагрузки.

Современные энергоёмкие технологии в животноводстве требуют мер по предупреждению загрязнений, связанных с выбросами в атмосферу, сбросами сточных вод, загрязнением почв и накоплением отходов.

Основные источники загрязнений включают:

- газопылевые выбросы — продукты разложения органических отходов, пыль, соединения углерода, серы и азота;
- сточные воды, содержащие азот, фосфаты, соли, жиры, нефтепродукты и патогенные микроорганизмы;
- органические и биологические отходы (навоз, корма, павший скот, ветеринарные конфискаты).

Детальная оценка воздействия и разработка мер по его снижению будут представлены в рабочих проектах, где также предусмотрен анализ выбросов и сбросов на этапе строительных и эксплуатационных работ. [6].

Список источников

1. Водный кодекс Республики Казахстан. – Астана, 2021. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://adilet.zan.kz> (дата обращения: 10.10.2025).

2. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). – Астана: НИЦ Энергия, изд. 15, 2020. – 487 с.
3. Назаров К. Н., Шарипов Б. А. Эффективность использования дождевальных установок при возделывании кормовых культур. // Вестник аграрной науки Казахстана. – 2020. – № 6(78). – С. 45–52.
4. Кожаметова А. Р. Рациональное природопользование и охрана водных ресурсов Западного Казахстана. // Экология и устойчивое развитие. – 2023. – № 4. – С. 27–35.
5. Гавриленко Н. Н., Сапожников В. А. Проектирование систем дождевального орошения. – М.: Агропромиздат, 2019. – 280 с.
6. Жумагалиев С. Е., Иманбаев Р. Б. Оценка водопотребления сельскохозяйственных культур в условиях засушливого климата. // Научные труды КазНИИВХ. – Алматы, 2021. – № 3. – С. 14–21.

© Олейников С.В., Садыкова Л.А., Саргужиева Б.А., 2025

Научная статья
УДК 631.671

СУММАРНОЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ ЛЮЦЕРНЫ СУХОСТЕПНОГО ЗАВОЛЖЬЯ

Татьяна Анатольевна Панкова, к.т.н., доцент¹,
Светлана Сергеевна Орлова, к.т.н., доцент²,
Ольга Валентиновна Михеева, к.т.н. доцент³

^{1,2,3}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹vtanja@mail.ru

²orlovass77@mail.ru

³omuk@inbox.ru

Аннотация. Орошение оказывает сильное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур, а в сложных климатических условиях сухостепного Заволжья получение стабильно высокого урожая люцерны без орошения невозможно. Орошение имеет как положительные, так и отрицательные последствия и требует крайне грамотного подхода к использованию орошаемых земель и поливной воды. В статье рассматривается использование биоклиматических коэффициентов для расчета общего водопотребления люцерны в условиях сухостепного Заволжья.

Ключевые слова: орошение, люцерна, суммарное водопотребление, активная поверхность почвы, биоклиматические коэффициенты.

Для цитирования: Панкова Т.А., Орлова С.С., Михеева О.В. Суммарное водопотребление люцерны сухостепного Заволжья // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с

Original article

TOTAL WATER CONSUMPTION OF ALFALFA IN THE DRY-STEPPE TRANS-VOLGA REGION

Tatiana Anatolyevna Pankova, PhD, Associate Professor¹,

Svetlana Sergeevna Orlova, PhD, Associate Professor²,

Olga Valentinovna Mikheeva, PhD, Associate Professor³

^{1,2,3} Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹vtanja@mail.ru

²orlovass77@mail.ru

³omuk@inbox.ru

Annotation. Irrigation has a strong impact on crop yields, and in difficult climatic conditions of the dry-steppe Volga region, it is impossible to obtain a consistently high yield of alfalfa without irrigation. Irrigation has both positive and negative consequences and requires an extremely competent approach to the use of irrigated land and irrigation water. The article discusses the use of bioclimatic coefficients for calculating the total water consumption of alfalfa in the conditions of the dry-steppe Volga region.

Keywords: irrigation, alfalfa, total water consumption, active soil surface, bioclimatic coefficients.

For citation: Pankova T.A., Orlova S.S., Mikheeva O.V. Total water consumption of alfalfa in the dry-steppe trans-Volga region // Fundamentals of environmental management: proceedings of the X National Conference with International participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.63

Суммарное водопотребление – основная расходная часть водного баланса расчетного слоя почвы, которая зависит от фаз развития сельскохозяйственных культур и метеорологических условий. К основным кормовым культурам, возделываемым на орошаемых землях в сухостепном Заволжье, относится люцерна. Это растение отличается важными достоинствами: азотфиксирующая способность позволяет повысить питательность почвы; за счет сбалансированного состава служит прекрасным кормом; используется на сено, зеленую массу, сенаж, травяную муку. Выращивание люцерны помогает решить проблему защиты почвы от ветровой и водной эрозии, поэтому крайне важно правильное регулирование водного питания этой культуры.

Для расчета суммарного водопотребления люцерны в условиях сухостепного Заволжья предлагается использование биоклиматических коэффициентов и показатели активности поверхностей почвы.

Для оптимального режима орошения помимо данных о величине суммарного водопотребления за вегетационный период необходимо знать интенсивность потребления воды по отдельным периодам развития культуры [1, с. 309; 2, с. 120]. Среднесуточное водопотребление люцерны увеличивается по мере развития травостоя: в период отрастания–ветвления оно колеблется в пределах 10–30 м³/га, ветвления–бутонизации – 30–50 м³/га и в период бутонизации– цветения – 50–70 м³/га [3, с. 30]. Водопотребление люцерны имеет характерную для укосов динамику: наибольшее водопотребление приходится на первый укос (36,3–38,7% от суммарного), несколько меньший расход воды во втором укосе (31,1–33,1 %), на третий укос при снижении продуктивности культуры водопотребление составляет порядка 27,5–28,9% от суммарного водопотребления за вегетацию.

По обеспеченности дефицита водного баланса (ДВБ) доля атмосферных осадков в общем объеме потребляемой люцерной воды составляет: в среднем по влажности году – 35 %, в засушливом – 30,6 %, во влажном – 48,4 %. Доля увлажнения за счет орошения составила 46,3 % (влажный год), 57,1% (средний), 58,6 % (сухой).

Для условий сухостепного Заволжья с учетом формирующегося водного режима почвы, погодных условий, биологических особенностей сельскохозяйственных культур и состояния активной поверхности почвы для определения суммарного водопотребления ET подходит модель, предложенная С.В. Затицаким [4, с. 11]:

$$ET = \frac{E \cdot A_n}{\left(1 + 10^{\gamma - \beta \frac{W_{act} - W_{pwp}}{W_{FC} - W_{pwp}}} \right)}, \text{ мм}, \quad (1)$$

где E – испаряемость, мм; W_{act} – фактические влагозапасы, мм; W_{pwp} – влагозапасы почвы, соответствующие влажности завядания, мм; W_{FC} – влагозапасы почвы, соответствующие наименьшей влагоемкости, мм; A_n , γ и β – эмпирические коэффициенты, определяющие состояние деятельной (активной) поверхности и биологические особенности культуры в процессе онтогенеза.

Для определения суммарного водопотребления успешно используется уравнение А.М. Алпатьева:

$$ET = k_{\phi} \cdot \Sigma d_{\phi} \quad (2)$$

Из выражений (1) и (2) коэффициент состояния активной поверхности:

$$A_n = \frac{k_{\delta} \cdot \sum d_{\varphi} \cdot (1 + 10^{\gamma - \beta \cdot \overline{W_{act}}})}{E} \quad (3)$$

где k_{δ} – биоклиматический коэффициент, мм/мБ; $\sum d_{\varphi}$ – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха, мБ; $\overline{W_{act}}$ – относительные запасы продуктивной влаги в почве, %.

Для изучения зависимости общего расхода воды на испарение от относительных продуктивных запасов влаги в почве использовались материалы непосредственных полевых исследований [5, с. 290]. На основе экспериментальных данных установлено как меняется общее водопотребление люцерны от испарения в зависимости от относительных запасов продуктивной влаги для определенной фазы развития культуры.

В результате исследований установлены значения коэффициента состояния активной поверхности. По фазам развития растений этот параметр существенно изменяется от 0,5 в период отрастания-ветвления до 0,78 во время ветвления-бутонизации и до 0,99–1,0 в период бутонизации-цветения.

Четко прослеживаются возрастание и спад значений биоклиматических коэффициентов по фазам внутри каждого укоса и начало отрастания следующего укоса. Начало отрастания второго укоса приходится на значение сумм температур 801 – 900 °С при значении биоклиматических коэффициентов 0,29, третий укос люцерны начинает формироваться при температурах 2301–2400 °С с коэффициентом 0,31. Сопоставляя значения и делая анализ выше приведенных значений и зависимостей отношения суммарного водопотребления к испаряемости от относительных запасов влаги в почве на посевах люцерны, установлены значения эмпирических коэффициентов, учитывающих биологические особенности культуры.

Экспериментально установлены криволинейные зависимости отношения суммарного водопотребления к испаряемости от относительных запасов продуктивной влаги для различных фаз роста и развития люцерны.

Точность и достоверность определения интенсивности суммарного водопотребления люцерны обеспечивалась за счет большой повторяемости измерений. Использование показателей состояния деятельной (активной) поверхности почвы и биологических особенностей люцерны в модели Затицацкого С.В. для расчета суммарного водопотребления с учетом интересующих влагозапасов в период отрастания каждого укоса позволяет разработать экологически и экономически обоснованные режимы орошения люцерны для условий сухостепного Заволжья.

Список источников

1. Grigorov M.S., Chumakova L.N. Maintenance of optimal soil-hydrologic conditions upon irrigation of dark chestnut soils in the Volga Region // Eurasian Soil Science. 2000. Vol. 33. no 3. P. 308 – 310.

2. Черемисинов А.А., Черемисинов А.Ю. Обзор расчетных методов определения суммарного испарения орошаемых сельскохозяйственных полей // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2016. № 1 (21). С. 113 – 133.

3. Панкова Т.А., Кравчук А.В., Орлова С.С. и др. Адаптивное нормирование орошением // Природообустройство. 2023. № 2. С. 28 – 35. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2023-2-28-35>.

4. Затицкий С.В., Панкова Т.А. Ресурсосберегающая математическая модель нормирования орошения // Научное обозрение. 2013. № 11. С. 10 – 12.

5. Abdrazakov F.K., Pankova T.A., Zatinatsky S.V. et al. Increasing efficiency of water resources use in forage crops irrigation // International Journal of Advanced Biotechnology and Research. 2017. Vol. 8. no 1. P. 283 – 293.

© Панкова Т.А., Орлова С.С., Михеева О.В., 2025

Научная статья
УДК 631.67: 631.86

О ПРОБЛЕМЕ ДЕГРАДАЦИИ ОРОШАЕМЫХ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ И ПУТЯХ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Нина Анатольевна Пронько, доктор с.-х. н., профессор¹,
Анна Александровна Кулявцева, аспирант²

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

¹ n_pronko@mail.ru

² gornostaeva09@yandex.ru

Аннотация. В статье высвечены основные виды деградации темно-каштановых почв Саратовского Заволжья, развившиеся в процессе вовлечения их в широкую ирригацию, и их влияние на продуктивность орошаемых земель региона; проанализированы основные как традиционные, так и современные способы предупреждения и борьбы с агрофизической и агрохимической деградацией почв, восстановления и увеличения почвенного плодородия.

Ключевые слова: орошение, почвенное плодородие, деградация почв, способы предупреждения и борьбы с деградацией почв.

Для цитирования: Пронько Н.А., Кулявцева А.А. О проблеме деградации орошаемых темно-каштановых почв Саратовского Заволжья и путях ее решения // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, С. 67

ON THE PROBLEM OF DEGRADATION OF IRRIGATED DARK CHESTNUT SOILS IN THE SARATOV TRANS-VOLGA REGION AND WAYS TO SOLVE IT

Nina Anatolievna Pronko, Doctor of Agricultural Sciences

Kulyavtseva Anna Alexandrovna, Postgraduate student

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

¹ n_pronko@mail.ru

² gornostaeva09@yandex.ru

Abstract. This article highlights the main types of degradation of dark chestnut soils in the Saratov Trans-Volga region, which developed during their extensive irrigation, and their impact on the productivity of irrigated lands in the region. It also analyzes the main traditional and modern methods for preventing and combating agrophysical and agrochemical soil degradation, as well as restoring and increasing soil fertility.

Key words: irrigation, soil fertility, soil degradation, methods of preventing and combating soil degradation.

For citation: Pronko N.A., Kulyavtseva A.A. On the problem of degradation of irrigated dark chestnut soils of the Saratov Trans-Volga region and ways to solve it // Fundamentals of environmental management: proceedings of the X National Conference with International participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.67

В настоящее время из-за осложнения международной обстановки многократно обострилась проблема продовольственной безопасности России, особенно для ее аридных регионов. Последнее во многом связано с ухудшением в процессе сельскохозяйственного использования свойств орошаемых почв, в том числе и Саратовского Заволжья, и снижением их плодородия. Причиной этого является развитие негативных почвенно-мелиоративных процессов, охвативших поливные агроландшафты и снижающих эффективность орошаемого земледелия. Наиболее опасными являются: химическая деградация, проявляющаяся в снижении содержания и качества гумуса (дегумификация) и доступных для растений элементов питания, а также физическая деградация, в результате которой ухудшаются агрофизические свойства – повышается плотность, разрушается почвенная структура, снижается влагоемкость и влагопроницаемость. Названными деградационными процессами охвачены все почвы, но в орошаемых они выражены сильнее [1]. Так за последнее десятилетие XX века и первое XXI века средние потери гумуса в несмытых почвах России составили 9,5%. В почвах Саратовской области с развитым орошением они достигли 6-16%.

Дегумификация почв – крайне негативный процесс, поскольку роль гумуса в плодородии почвы огромна. Он является универсальной системой, определяющей и регулирующий уровень практически всех факторов, способствующих росту или падению почвенного плодородия [2]. Хорошо гумусированные почвы характеризуются сильно выраженной фитосанитарной способностью, что обеспечивает выращивание экологически чистой продукции, менее подвержены разрушающему структуру и уплотняющему действию искусственного дождя. При уменьшении содержания гумуса снижается урожайность сельскохозяйственных культур – коэффициент корреляции составляет 0,7-0,8.

В России 17 млн га пашни характеризуются слабым, 69 млн га – средним и 49 млн га – сильным уплотнением. Доказано, что орошение приводит к увеличению плотности сложения, глыбистости, содержания илистой фракции, уменьшению общей пористости [3]. При этом уменьшение общей пористости до 20% происходит за счет сокращения объема крупных межагрегатных и агрегатных пор, обеспечивающих аэрацию, впитывание и фильтрацию воды, и увеличения объема пор, содержащих недоступную и труднодоступную для растения влагу. Этими авторами было доказано, что высокая степень деструктуризации и физической деградации орошаемых темно-каштановых почв наиболее интенсивно проявляется в условиях гидроморфизма. Следствием физической деградации является ухудшение водного и воздушного режимов почв. В результате на сильно уплотненных почвах снижение урожая достигает 50-60%.

Пути решения проблемы предупреждения и ликвидации деградационных процессов орошаемых темно-каштановых почв Саратовского Заволжья напрямую связаны с необходимостью обеспечения бездефицитного гумусового баланса на орошаемых полях региона. Только в этом случае гумус как, основное органическое вещество почвы, может выполнять свои функции: улучшение физических свойств почвы (создание благоприятной для растений почвенной структуры, повышение водоудерживающей способности, улучшение аэрации, предотвращение эрозии); накопление и обеспечение растений питательными веществами; поддержание биологической активности, благодаря обеспечению питанием микроорганизмов, их биоразнообразия и стимуляции роста корней; регулирование химических свойств за счет буферности и связывания токсинов; влияние на тепловой режим (повышение температуры за счет лучшего поглощения солнечного тепла и защита от перепадов температур благодаря пористой структуры гумуса).

Многочисленными исследованиями доказано, что добиться бездефицитности гумусового баланса и предотвратить или ликвидировать вышеперечисленные деградационные процессы можно, используя органические удобрения. При этом большинство исследований было посвящено применению навоза. Так, согласно [4] даже при очень высокой степени дегумификации орошаемой темно-каштановой почвы Саратовского Заволжья, потерявшей за более чем полувековую эксплуатацию свыше 30% запасов гумуса,

бездефицитный его баланс обеспечивало внесение: при умеренном использовании поливного гектара (до 35 т к.е. за ротацию/га) – одного навоза при среднегодовой дозе 26,6 т/га, при интенсивном (до 60 т к.е. за ротацию/га) – навоза в сочетании с минеральными удобрениями (среднегодовые дозы соответственно 53,3 т/га и N196P73K28).

Помимо навоза важным источником пополнения запасов органического вещества почвы является солома зерновых культур. Она содержит 38-42% органического углерода, который составляет основу почвенного гумуса. С одной тонны соломы в почву поступает около 400 кг/га углерода. Исследования [5] показали, что заплата соломы полевых культур обеспечивает поступление в орошаемую темно-каштановую почву Саратовского Заволжья значительного количества свежего органического вещества: ячменя – 4,48, овса – 6,57, горохо-суданковой травосмеси – 3,46, вико-овсяной – 4,83 т/га с соотношением углерода к азоту соответственно 73:1, 84:1, 51:1, и 47:1, являющимся качественным показателем, определяющим эффективность трансформации соломы после ее заплаты в гумусовые вещества почвы.

Мировой опыт показывает, что для решения рассматриваемой проблемы очень эффективно применение зеленого удобрения (сидератов). Исследования [6] показали, что заплата сидератов, в качестве которых авторы использовали овес, горох, нут-ячменную и вико-овсяную травосмеси, козлятник восточный, козлятник восточный в смеси с кострцом 6-го года жизни, обеспечивала за счет поступления до 11,53 т/га свежего органического вещества формирование положительного баланса гумуса в сильно дегумифицированной, уплотненной орошаемой темно-каштановой почве (до 2,02-2,83 т/га при использовании сидеральной массы многолетних трав и до 0,4-0,81 т/га однолетних культур). Происходило снижение плотности сложения почвы на 5%, увеличение общей пористости до 46,14-47,49 % (контроль 43,68–43,89 %), пористости аэрации до 19,09-20,25 % (контроль 16,63–16,84 %), доли агрономически ценных до 50,9–56,8 % (контроль 48,3–53,8 %) и водопрочных агрегатов до 30,2–38,1 % (контроль 26,2–29,6 %). Это приводило к возрастанию водоудерживающей способности корнеобитаемого слоя почвы, уменьшению трещиноватости верхнего слоя почвы и связанному с этим сокращению потерь воды на инфильтрацию по преимущественным путям фильтрации.

Несмотря на свою эффективность перечисленные традиционные способы предупреждения развития деградиционных почвенных процессов на орошаемых темно-каштановых почвах региона в настоящее время не всегда доступны или имеют ряд объективных и субъективных ограничений. Так из-за экономического кризиса, охватившего Россию в конце прошлого столетия, сильно пострадала животноводческая отрасль, и несмотря на то, что она стала в последние годы постепенно восстанавливаться, навоза для орошаемого земледелия региона недостаточно. Кроме того, известно, что данный прием эффективен только на прифермских участках. При внесении навоза на удаленные участки прием становится нерентабельным. Что касается внесения соломы зерновых культур. Данный прием невозможен в овощных хозяйствах.

Кроме того, при разложении соломы в почве интенсивно размножаются целлюлозоразрушающие микроорганизмы. Они резко ухудшают азотный режим почвы и это требует добавлять к каждой тонне соломы по 10 кг/га (в д.в.) азотных удобрений. Применение сидерации предполагает отчуждение определенной части пашни и сокращение поступления кормов для животноводства. Это является неким психологическим барьером использования приема в практике орошаемого земледелия региона, несмотря на его высокую экономическую и экологическую эффективность.

Учитывая вышесказанное становится понятной необходимость поиска и применения современных новых приемов решения проблемы предотвращения деградации орошаемых почв.

Обобщение зарубежного опыта показывает, что эффективным приемом, альтернативным традиционным способам предупреждения и борьбы с деградацией почв, в основе которых лежит обеспечение бездефицитного баланса гумуса с помощью органических удобрений, может стать использование современных органических почвоулучшителей с гуминовыми кислотами. Единичные исследования применения данных препаратов [7-8] показывает их высокую эффективность в плане увеличения урожайности культур. Однако их влияние на химическую и физическую составляющие плодородия зональных почв практически не изучено. Поэтому осенью 2025 года нами был заложен полевой эксперимент по изучению наряду с традиционными способами улучшения свойств орошаемых деградированных темно-каштановых почв и повышения эффективности орошения в Саратовском Заволжье (применение органических удобрений – навоза КРС и сидератов) современных почвоулучшителей, состоящих на 90-95% из гуминовых кислот и предназначенных для быстрого улучшения химико-физических и биологических свойств почвы.

Список источников

1. Пронько Н.А., Корсак В.В., Фалькович А.С. Орошение в Поволжье: не повторять ошибок // Мелиорация и водное хозяйство. – 2014. – № 4. – С. 16–19.
2. Туев Н.А. Микробиологические процессы гумусообразования. – М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.
3. Nina Anatolyevna Pronko, Viktor Vladislavovich Korsak, Lubov Gennadievna Romanova, Aleksey Vladimirovich Kravchuk, Vladimir Viktorovich Afonin The Effect of Prolonged Irrigation on the Dry Steppe Soils' Fertility in the Volga Region // International Journal of Engineering & Technology, 7 (4.38) (2018) 1210-1213.
4. Пронько Н.А., Романова Л.Г. Изменение плодородия темно-каштановых почв Поволжья при длительном орошении и приемы его восстановления // Плодородие, 2005, №4 – С. 31-32.
5. Пронько Н.А., Корсак В.В., Юлдашбаева А.Г. Эффективный прием улучшения физических свойств деградированных орошаемых темно-

каштановых почв Саратовского Заволжья // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2009. – № 5. – С. 29–32.

6. Пронько Н.А., Фалькович А.С., Корсак В.В. Перспективные приемы мелиорации в борьбе с деградацией орошаемых земель (на примере Саратовской области) // Мелиорация и гидротехника. – 2017. – № 1(25) – С. 131-145.

7. Корсаков К.В., Пронько Н.А., А.С. Говряков, Пронько В.В. Результаты испытаний органических почвоулучшителей при возделывании овощных культур на орошаемых каштановых почвах Заволжья // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 6. – С. 20-26.

8. Пронько В.В., Семин Д.С., Степанченко Д.А., Ефремова И.Г., Старчак В.И., Результаты изучения новых видов почвоулучшителей при возделывании сорговых культур на южном черноземе Поволжья // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата: материалы V Международной научно-практической конференции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». – Саратов, 2025. – С. 483-488.

© Пронько Н.А., Кулявцева А.А., 2025

Научная статья
УДК 631.347

АНАЛИЗ И ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ КОНЦЕВЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ МНОГООПОРНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН

Николай Федорович Рыжко, д. т. н., зав. отделом МТС и ТП¹

Сергей Николаевич Рыжко, к. т. н., науч. сотрудник²

Евгений Александрович Шишенин, мл.науч. сотрудник³

Иван Валерьевич Ковылин, мл.науч. сотрудник⁴

^{1,2,3,4} Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации,
г. Энгельс, Россия

¹ ryzhonf@bk.ru

² ryzhonf@bk.ru

³ ryzhonf@bk.ru

⁴ ivan.kovilin2000@yandex.ru

Аннотация. В статье приводится анализ конструкций концевых дождевальных аппаратов, применяемых на многоопорных дождевальных машинах с гидравлическим и электрическим приводом. Определены недостатки известных конструкций концевого дождевального аппарата – сложность демонтажа при засорении и при проведении его очистки от мусора. На иностранных аппаратах – сложность изготовления корпуса и узла вращения. Разработана усовершенствованная конструкция концевого дождевального

аппарата, которая позволит снизить трудовые затраты на демонтаж и очистку от мусора и упростит изготовление узла вращения и корпуса. Приводятся зависимости для расчёта расхода воды, диаметра сопла, радиуса полива и среднего диаметра капель дождя. Обоснованы технические параметры концевой дождевальной аппаратуры для многоопорных дождевальных машинах с гидравлическим приводом при давлении 0,4 МПа и с электрическим приводом при давлении перед аппаратом 0,1 МПа. Обоснована конструкция аппаратов и параметры подкачивающего насоса. Внедрение усовершенствованных концевых дождевальных аппаратов позволит повысить надежность их работы, упростит изготовление и обеспечит требуемый радиус полива 25-35 м.

Ключевые слова: многоопорная дождевальная машина, концевой дождевальный аппарат, расход воды, диаметр сопла, радиус полива, диаметр капель, надежность работы.

Для цитирования: Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н., Шишенин Е.А., Ковылин И.В. Анализ и обоснование конструкции концевых дождевальных аппаратов для многоопорных дождевальных машин// Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБНУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.72

Original article

ANALYSIS AND JUSTIFICATION OF EQUIPMENT FOR MECHANIZATION OF WORK ON DRIP IRRIGATION SYSTEMS IN THE SPRING PERIOD

Nikolay Fedorovich Ryzhko, Doctor of Scientific Sciences, Head of the department of MTS and TP1.

Sergey Nikolaevich Ryzhko, Candidate of Scientific Sciences, Researcher. collaborator²

Evgeny Aleksandrovich Shishenin, Jr. scientific employee³

Ivan Valeryevich Kovylin, Jr. scientific employee ⁴

^{1,2,3,4} Volga Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Engels, Russia
Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹ ryzhonf@bk.ru

² ryzhonf@bk.ru

³ ryzhonf@bk.ru

⁴ ivan.kovilin2000@yandex.ru

Abstract. The article provides an analysis of the designs of the end sprinkler apparatus used on multi-support sprinkling machines with hydraulic and electric drives. The disadvantages of the known designs of the end sprinkler apparatus are

identified, such as the difficulty of disassembling it when it becomes clogged and during its cleaning from debris. In foreign devices, the difficulty of manufacturing the body and the rotation unit is also noted. An improved design of the end sprinkler apparatus has been developed, which will reduce the labor costs for disassembling and cleaning from debris and simplify the manufacturing of the rotation unit and the body. The article provides dependencies for calculating water flow rate, nozzle diameter, irrigation radius, and average diameter of rain droplets. The technical parameters of the end sprinkler for multi-support sprinkling machines with hydraulic drive at a pressure of 0.4 MPa and with electric drive at a pressure of 0.1 MPa before the sprinkler are substantiated. The design of the sprinklers and the parameters of the booster pump are also substantiated. The implementation of improved end sprinklers will increase their reliability, simplify their production, and ensure the required irrigation radius of 25-35 m.

Keywords: multi-support sprinkling machine, end sprinkling unit, water flow rate, nozzle diameter, irrigation radius, droplet diameter, and reliability of operation.

For citation: Ryzhko N.F., Ryzhko S.N., Shishenin E.A., Kovylin I.V. Analysis and justification of the design of end sprinklers for multi-support sprinkling machines// Fundamentals of rational environmental management: materials of the 11th National Conference with international participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.72

Введение. Многоопорные дождевальные машины кругового действия находят широкое распространение в орошаемом земледелии, так как их отличает высокая производительность при круглосуточном автоматическом режиме эксплуатации, работа при низком напоре, высокая равномерность полива и др. При групповой эксплуатации один оператор может обслуживать от 4 до 6 и более одновременно работающих машин [1].

Характерной особенностью для машин кругового действия является недополив угловых участков квадратного поля, в результате коэффициент земельного использования (КЗИ) составляет 0,81-0,83 [2]. В реальных условиях у орошаемых хозяйств, когда поле не соответствует квадрату и имеются примыкающие площади, то коэффициент земельного использования снижается до 0,5-0,7.

Недополив угловых участков вызывает снижение урожайности сельскохозяйственных культур, затрудняет условия уборки при смещении сроков созревания, увеличивает неполивную площадь на ирригационно-освоенных территориях.

Для повышения площади полива многоопорных дождевальных машин в конце трубопровода устанавливаются концевые дождевальные аппараты. На дождевальной машине «Фрегат» используются дождевальные аппараты «Фрегат» №5 или № 4, которые обеспечивают полив по сектору. Расход воды при изменении диаметра сопла можно устанавливать в пределах 4-10 л/с при давлении перед аппаратом 0,3-0,42 МПа [3]. Однако такие аппараты в настоящее время не выпускаются.

Для увеличения дальности полета струи проведены исследования по применению дальнеструйных аппаратов ДД-30 с расходом воды 15-20 л/с и радиусом полива до 40 метров. Применение аппарата ДД-30 позволяет увеличить площадь полива на 1,94-2,58 га в пределах квадратного поля, а КЗИ – до 0,861-0,905. Максимально возможная дополнительная площадь полива при непрерывной работе аппарата ДД-30 увеличивается на 5,29 га [4].

На дождевальной машине «Кубань-ЛК1» для увеличения дальности полета струи исследовали применение дальнеструйного аппарата ДМ-07.150 взамен аппаратов «Фрегат» № 2. При использовании дальнеструйного аппарата устанавливали подкачивающий насос типа ЦВ-40/30 с электродвигателем мощностью 5,5 кВт. Это обеспечило полив аппарата до 27,4 метров, при повышении давления в конце трубопровода с 0,23 МПа, до 0,52 МПа за насосом, а за электрогидроклапаном и перед аппаратом до 0,37 МПа при расходе воды 8,4 л/с. Дополнительная площадь полива машины составила 2,8 га, КЗИ повысился до 0,94 [5]. Сектор орошения аппарата при этом составил 130°.

Анализ конструкций применяемых концевых дождевателей показывает, что разработка аппаратов для Российского производства является актуальной задачей.

Цель работы – обоснование технических параметров и разработать конструкцию концевой дождевальной машины для многоопорных дождевальных машин

Методика и методология. При обосновании технических параметров и конструктивной схемы концевой дождевальной машины для многоопорных дождевальных машин кругового действия исходим из условия, что нормы полива под основным трубопроводом машины и на площади полива концевой дождевальной машины должны быть равны. Расход воды концевой дождевальной машины определяется расходом воды машины, её длиной и радиусом полива концевой машины и рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{КДА}} = \frac{Q_{\text{ДМ}} \cdot (R_{\text{П}}^2 - L^2)}{R_{\text{П}}^2} \quad (1)$$

где: $Q_{\text{КДА}}$ и $Q_{\text{ДМ}}$ – расходы воды концевой дождевальной машины и дождевальной машины, л/с; $R_{\text{П}}$ – радиус полива машины, м; L – длина машины, м.

Расчёт расхода воды дождевальной машины (q) необходимо проводить, зная диаметр сопла (D), напор перед аппаратом (H) и коэффициента расхода (μ) по формуле [6]:

$$q = \frac{\mu \cdot D^2 \cdot H^{0,5}}{287,595} \quad (2)$$

Для расчёта дальности полета струи используются различные формулы. Наиболее простая и популярная формула Б.М. Лебедева [7]:

$$R = \frac{H}{(a+b\frac{H}{D})}, \quad (3)$$

где H – напор перед дождевальным аппаратом, м вод.ст.; D – диаметр сопла, мм; a и b – постоянные параметры, $a=0,6$ и $b=0,26$.

Можно также проводить расчёты по формулам Ф.И. Пикалова, В. М. Марквартде или А.И. Дидебулидзе [7]. Для более точного расчёта необходимо учитывать частоту вращения аппарата, скорость ветра, высоту установки аппарата над землей, угол вылета струи, а также качество и правильность исполнения проточной части ствола и сопла [6].

Важным показателем работы дождевального аппарата является крупность капель дождя, которая определяет его энергетическое воздействие на почву и растения. Исследованиями установлено [6], что распределение диаметра капель вдоль радиуса действия струи дождевального аппарата описывается зависимостью:

$$d_{X_i/R} = d_{min} + (d_{max} - d_{min}) \cdot X_i/R \cdot e^{-1,033(1-\frac{X_i}{R})}, \quad (4)$$

где d_{min} – минимальный диаметр капель в начале струи, мм; $d_{min}=0,3+0,625/N$; d_{max} – максимальный диаметр капель в конце струи, мм; $d_{max}=5,75(D)^{0,5} \cdot (100H)^{-0,5}$; N – показатель распыла струй (В. Миршел, ГДР), $N=(1000H/L-4)96^{-1}$.

Зная распределение диаметра капель и слоя дождя вдоль радиуса полива можно определить средний диаметр капель дождя для данного аппарата.

Результаты и обсуждения. Расчёты показывают, что для дождевальной машины «Фрегат» марки ДМ-454-100 с расходом воды 100 л/с, длиной трубопровода 454 м и при заданном радиусе полива 25 м расход воды концевой аппарата согласно формуле (1) будет равен 10 л/с. Для дождевальной машины «Фрегат» марки ДМУ-А-199-20 с расходом воды 20 л/с, длиной трубопровода 199 м и при заданном радиусе полива 25 м расход воды концевой аппарата будет равен 4 л/с.

Для увеличения радиуса полива концевой аппарата, например до 35 м, необходимо применять односопловый аппарат. При этом его расход воды на дождевальной машины «Фрегат» марки ДМ-454-100 с расходом воды 100 л/с должен увеличиться до 13,8 л/с. При давлении 0,4 МПа в конце трубопровода машины. диаметр сопла должен быть 25,4 мм.

Анализ эксплуатации концевых дождевальных аппаратов типа «Фрегат» № 5 и № 4 показывает, что у них часто засоряется мусором поворот корпуса и его трудно очистить, так как, чтобы выкрутить узел вращения из муфты 2 дюйма, требуется значительное усилие. Для этого необходимы тиски и специальные жидкости. Сложно удалить мусор, так как ствол соединен с корпусом и имеет значительную длину. Анализ современных конструкции иностранных дождевальных аппаратов показывает, что для снижения трудовых затрат на демонтаж узел вращения должен присоединяться к переходнику машины при помощи болтов. Корпус аппарата и ствол должны быть разборные. Для обеспечения гидравлической гладкости сопло аппарата должно отливаться

из полиамида. Сложный узел вращения аппаратов иностранного производства необходимо упростить путем применения оси и втулки специальной формы. Для аппаратов с большим расходом воды и для обеспечения секторного полива необходимо применять коромысло вертикального колебания. В ВолжНИИГиМе разработана конструкция усовершенствованного концевой аппарата с коромыслом вертикального колебания (см. рисунок).

Для обеспечения дальности полета струи, порядка 25 м, на электрифицированных дождевальных машинах необходимо использовать подкачивающий насос. Для дождевальной машины «Каскад» с расходом воды 64 л/с, трубопроводом длиной 475 м и при заданном радиусе полива 25 м расход воды концевой аппарата будет равен 6,24 л/с. Чтобы снизить затраты электроэнергии на полив концевой дождевальной аппарата подкачивающий насос должен обеспечивать подачу воды только в основной аппарат с диаметром сопла 11,1 мм и расходом воды 2,6 л/с при давлении 0,35 МПа.

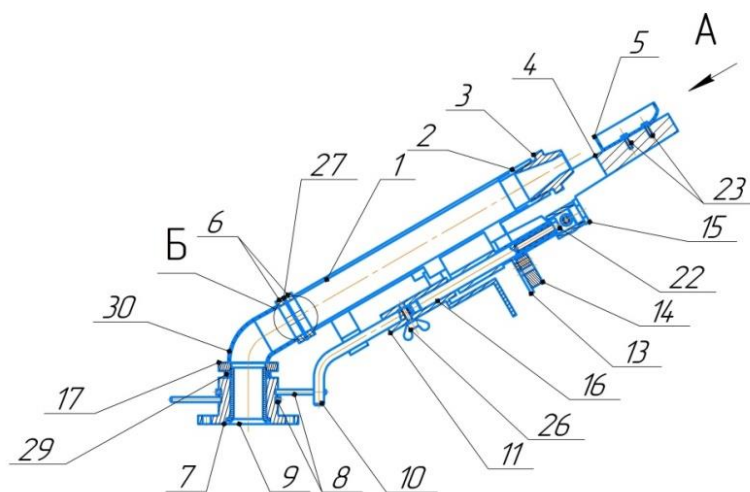


Рисунок - Схема дождевальной аппарата секторного полива с коромысловым приводом вертикального колебания

Чтобы обеспечить требуемый расход воды в зоне полива концевой дождевальной аппарата предлагается использовать дополнительную дождевальную насадку с плоским отражателем (например, насадку с диаметром сопла 14,0 мм и расходом воды 1,93 л/с) и две струйные насадки диаметром 9,5 мм и 8,3 мм, которые при давлении 0,1 МПа обеспечат расход воды 1,71 л/с. Дополнительные насадки должны подавать оросительную воду в сектор полива концевой дождевальной аппарата. Это позволит снизить мощность подкачивающего насоса с 5-5,5 кВт до 1,1-1,7 кВт.

Выводы

Обоснована усовершенствованная конструктивная схема концевой дождевальной аппарата для многоопорных дождевальных машин с коромысловым приводом вертикального колебания. Обоснованы технические

параметры концевых дождевальных аппаратов для многоопорных дождевальных машинах с гидравлическим приводом при давлении 0,4 МПа и радиусом полива 25-35 м и с электрическим приводом при давлении перед аппаратом 0,1 МПа и радиусом полива 25 м. На электрифицированных дождевальных машинах необходимо использовать подкачивающие насосы. Внедрение усовершенствованных концевых дождевальных аппаратов позволит повысить надежность их работы, упростит изготовление и обеспечит требуемый радиус полива 25-35 м.

Список источников

1. Рыжко, С.Н. Совершенствование дождевальной машины ферменной конструкции для улучшения технических характеристик и качественных показателей полива: дис. ... канд. техн. наук/ С.Н. Рыжко, Саратов, 2022. – 161 с.
2. Рязанцев, А. И. Механизация полива широкозахватными дождевальными машинами кругового действия в сложных условиях / А. И. Рязанцев. – Рязань, 1991. – 131 с.
3. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения. Справочник под общей редакцией Г.В. Ольгаренко. – М: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. – 503 с.
4. Рыжко, Н.Ф. Совершенствование дождеобразующих устройств для многоопорных дождевальных машин /Саратов: ФГОУ Саратовский ГАУ, 2009. - 176 с.
5. Ольгаренко, Г.В. Расширение функциональных возможностей многоопорной дождевальных машин кругового действия с электроприводом// Мелиорация и водное хозяйство. -2018. -№4. -С. 22-26.
6. Совершенствование дождевальных машин и устройств для мелиоративного комплекса: науч.-практ. изд. –М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. -124 с.
7. Лебедев, Б.М. Дождевальные машины. – Машиностроение, 1977. – с.

© Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н., Шишенин Е.А., Ковылин И.В., 2025

АНАЛИЗ И ОБОСНОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ РАБОТ НА СИСТЕМАХ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД

Николай Федорович Рыжко, д. т. н., зав. отделом МТС и ТП¹

Сергей Николаевич Рыжко, к. т. н., науч. сотрудник²

Евгений Станиславович Смирнов, к. т. н., ст. науч. сотрудник³

Алексей Владимирович Волков, мл. науч. сотрудник⁴

^{1,2,3,4} Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, г. Энгельс, Россия

¹ ryzhonf@bk.ru

² ryzhonf@bk.ru

³ smirnovj47@mail.ru

⁴ alexey16617@gmail.com

Аннотация. В статье приводится анализ и классификация известного оборудования для механизации работ на системах капельного орошения в весенний период. Показано, что применяемое передовое оборудование позволяет снизить затраты по укладке капельных лент и укрывной пленки, обеспечивает проведение обустройство гряд, внесение минеральных удобрений и перфорацию пленки для высадки рассады. При ранней посадке бахчевых и овощных культур показана эффективность обустройства парников. Для снижения материальных затрат по механизации работ на системах капельного орошения обосновывается разработка многофункционального технологического комплекса. Его внедрение позволит, используя одну несущую раму и приводные колеса, а также съёмные механизмы, выполнять все технологические операции по механизации работ на системах капельного орошения при выращивании овощных и бахчевых культур.

Ключевые слова: капельный полив, оборудование для механизации работ, капельная лента, укрывной материал, гряды, перфоратор, парник.

Для цитирования: Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н., Смирнов Е.С., Волков А.В. Анализ и обоснование оборудования для механизации работ на системах капельного орошения в весенний период // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБНУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.79

ANALYSIS AND JUSTIFICATION OF EQUIPMENT FOR MECHANIZATION OF WORK ON DRIP IRRIGATION SYSTEMS IN THE SPRING PERIOD

**Nikolay Fedorovich Ryzhko, Doctor of Scientific Sciences, Head of the
department of MTS and TP¹**

**Sergey Nikolaevich Ryzhko, Candidate of Scientific Sciences, Researcher.
collaborator²**

Evgeny Stanislavovich Smirnov, Ph.D., St. Scientific employee³

Alexey Vladimirovich Volkov, Jr. Sci. employee⁴

^{1,2,3,4} Volga Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Land
Reclamation, Engels, Russia Saratov State University of Genetics, Biotechnology and
Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹ ryzhonf@bk.ru

² ryzhonf@bk.ru

³ smirnovj47@mail.ru

⁴ alexey16617@gmail.com

Annotation. The article provides an analysis and classification of known equipment for mechanization of work on drip irrigation systems in the spring. It is shown that the advanced equipment used reduces the cost of laying drip tapes and covering films, ensures the arrangement of ridges, the application of mineral fertilizers and the perforation of the film for planting seedlings. With early planting of melons and vegetable crops, the effectiveness of greenhouse construction has been shown. To reduce the material costs of mechanization of work on drip irrigation systems, the development of a multifunctional technological complex is justified. Its implementation will make it possible, using a single load-bearing frame and drive wheels, as well as removable mechanisms, to perform all technological operations for mechanizing work on drip irrigation systems for growing vegetable and melon crops.

Keywords: drip irrigation, equipment for mechanization of work, drip tape, covering material, ridges, perforator, greenhouse.

For citation: Ryzhko N.F., Ryzhko S.N., Smirnov E.S., Volkov A.V. Analysis and justification of equipment for mechanization of work on drip irrigation Systems in the spring period // Fundamentals of Rational Nature Management: Proceedings of the XI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilovsky University, 2025, p.79

Продукты растительного происхождения играют значительную роль в пищевом рационе человека [1] Овощи и фрукты составляют примерно 20-30% ежедневного потребления углеводов. Эффективность производства овощей, картофеля и бахчевых культур зависит от научно-обоснованной системы земледелий для конкретных почвенно-климатических условий [2].

Среди важных составляющих современных технологий возделывания овощей выделяют следующие: улучшение качественного состояния почвы; оптимальное применение удобрений; выбор подходящих семян (включая подбор сортов и гербицидов); создание систем защиты от сорняков, вредителей и болезней. В овощеводстве и бахчеводстве наиболее эффективным решением проблем является использование систем капельного орошения [3], с укладкой гибких лент и мульчирование почвы с использованием полимерной пленки.

К преимуществам системы капельного орошения [4], относятся: экономичное использование оросительной воды, за счет подачи влаги в корневую зону; подача воды производится при низком давлении 0,1-0,2 МПа; возможность внесения основных удобрений, микроудобрений, стимуляторов роста и других химических веществ с поливом водой; возможность регулирования нормы поливов в широком диапазоне от 20 до 600 м³/га; возможность поддерживать влажность почвы на заданном высоком уровне 80-90% НВ в требуемые периоды вегетации; простота конструкции и эксплуатации системы.

Одним из приемов повышения эффективности систем капельного орошения является применение мульчированной пленки из полимерных материалов. Ее применение позволяет сохранять влагу при поливе; уменьшать период вегетации растений; повышать температуру почвы в корнеобитаемом слое; сохранять почву от переуплотнения (она остается более рыхлой).

При использовании мульчирующей пленки улучшается на 8-15% приживаемость рассады огурцов, баклажанов и перца. Процесс прорастания семян ускоряется на 5-11%. Процесс созревания сокращается на 2-3 дня. Выход товарной продукции увеличивается 2,8-7,9% [5].

При обустройстве пленочных тоннелей (парников) происходит защита культур от заморозков, что позволяет высаживать бахчевые культуры и сахарную кукурузу в более ранний период.

В настоящее время сельхозпроизводители для механизации систем капельного орошения используют иностранное оборудование или устройства кустарного производства, которые не в полной мере удовлетворяют современным требованиям. Стоимость иностранного оборудования высока и возникают проблемы с поставкой, а также ремонтом отдельных узлов.

В рамках выполнения государственного задания по теме 2.2.2 в ФГБНУ ВолжНИИГиМ проводятся работы по совершенствованию оборудования для механизации работ на системах капельного орошения.

Анализ электронных ресурсов интернета, патентных и научных изданий показывает, что в зависимости от вида и особенности выращиваемых сельскохозяйственных культур в весенний период возможно применение различного оборудования (рис. 1), которое выполняет различные технологические операции:

– оборудование для укладки лент капельного орошения на ровной поверхности поля совместно с посевом (лук, соя, кукуруза и др.);

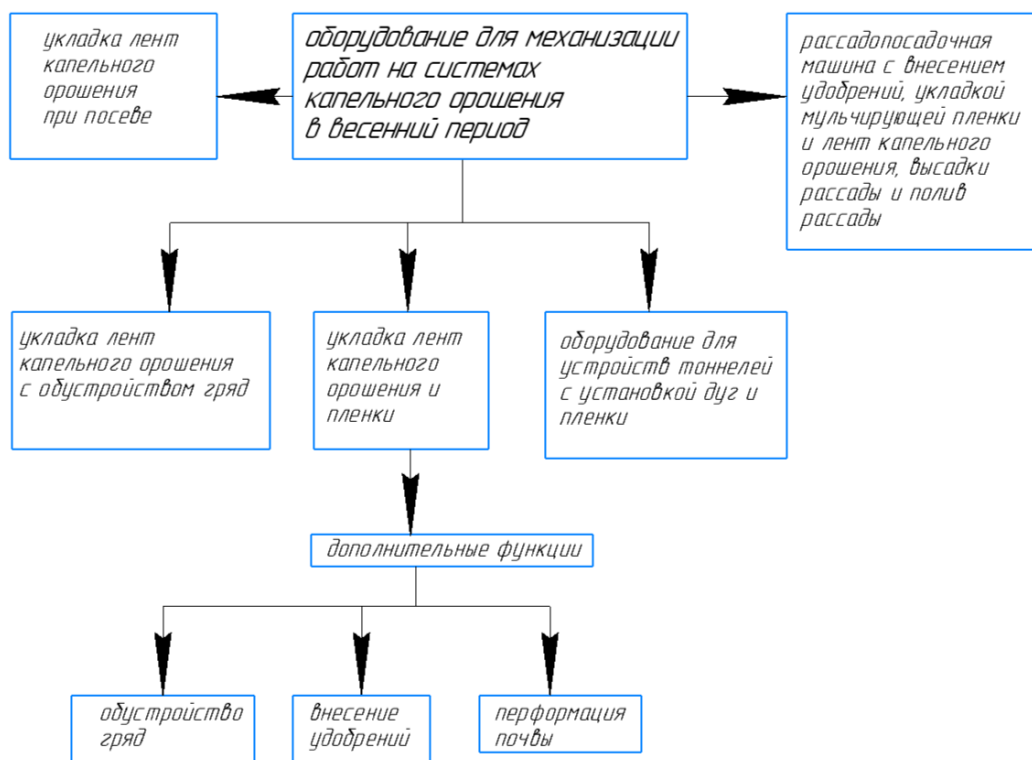


Рисунок 1 - Оборудование для механизации работ на системах капельного орошения в весенний период

- оборудования для укладки лент капельного орошения в гряды при возделывании картофеля;
- оборудование для укладки лент капельного орошения и укрывной пленки с заделкой ее краев почвой. Здесь возможно использование устройств для ручной высадки семян или рассады. Возможно применение колес с шипами для перфорации пленки под посадку. На таком оборудовании применяют механизм для внесения удобрений в почву и отвалы с катками для обустройства гряд высотой 15-20 см;
- оборудование для обустройства тоннелей (парников), включающее установку дуг, укрывание их пленкой и присыпку краев пленки почвой.

Прицепное оборудование (рассадопосадочная машина) для высадки рассады позволяет вносить удобрение в почву, укладывать мульчирующую пленку и ленту капельного орошения, высаживать рассаду и поливать высаживаемую рассаду.

Анализ имеющегося оборудования показывает, что большинство из них выполняют одну или две операции. Например, только укладывают капельную ленту или укладывают капельную ленту и укрывную пленку.

Более совершенные устройства обеспечивают внесение удобрений, обустройства гряды и выполняют другие операции

Устройство для укладки пленки УПТ -1 [6], (рис. 2) предназначено для укладки укрывного материала (полиэтиленовая или другая пленка, спанбонд и

т.п.) на плоские посевы или на гряды. Укладчик пленки представляет собой навесную машину, состоящей из несущей рамы 1, с приводными колесами 3.

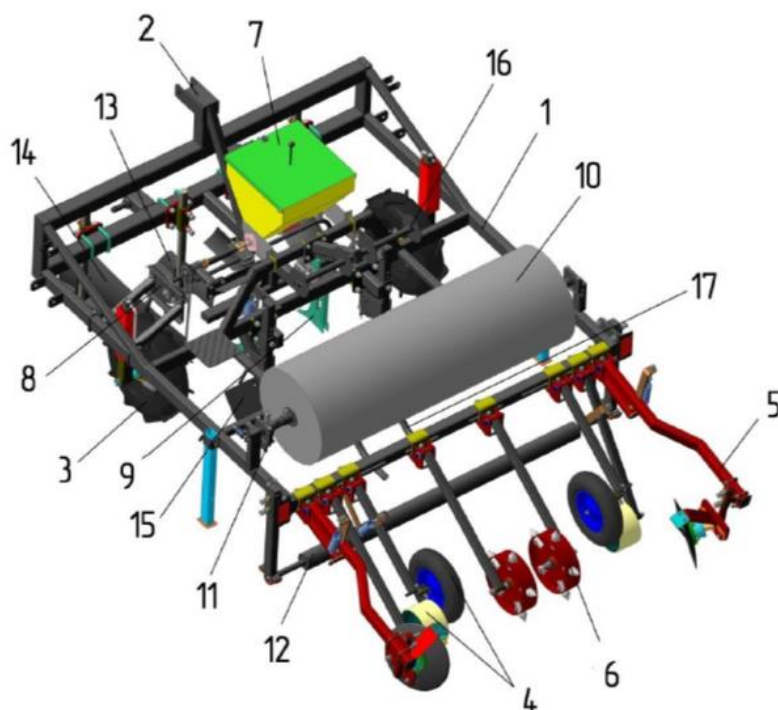


Рисунок 2 – Укладчик пленки УПТ -1

На раме 1 устанавливаются передние отвалы малый 13 и большой 14 для подготовки грунта под гряды и несколькими вариантами механизмов для окончательного формирования гряды: планка выравнивающая 15 – выравнивает гребнистость гряды без образования формы гряды, (возможно применение грядообразователь – выравнивает гребнистость гряды с образования формы гряды, каток – выравнивает гребнистость и уплотняет гряды). Укладчик пленки предусматривает возможность укладки лент капельного полива, которые устанавливаются на стойки 16, перфоратор 6 для пробивки отверстий в укрывном материале для посадки рассады. На раму 1 монтируется основной вал 11, на котором устанавливается укрывной материал 10, а также прижимные колеса 4 и дисковые отвалы 5. Укладчик плёнки может комплектоваться приспособлением для внесения твердых минеральных удобрений 7.

При выращивании бахчевых культур, сахар кукурузы и др. культур при ранней весенней посадки выполняются следующие технологические операции. Укладывают капельную ленту и укрывную пленку, а после прогрева почвы высаживают рассаду и производят обустройство парников (тоннелей) с установкой дуг и укрывной пленки. Для этого применяют специальное оборудование укладчик пленки и тоннелей типа УПТ-1 -01[7]. Для таких культур необходимо два вида оборудования.

В ВолжНИИГиМе разработан укладчик пленки и капельной лент [8-10], который прошел испытания и передан на производство в ООО «АгроТехСервис», г. Маркс. Для снижения материальных затрат при выращивании бахчевых и овощных культур в ВолжНИИГиМе разрабатывается многофункциональный технологический комплекс, который состоит из рамы на которую навешиваются различные механизмы для укладки лент капельного орошения и укрывной пленки с заделкой ее краев почвой, отвалы для обустройства гряд, туковысевающий механизм и перфоратор пленки. Также данное устройство позволит установить дуги для создания парника после демонтажа отдельных узлов и монтажа дополнительных.

Выводы

Проведен анализ и классификация оборудования, которое применяется для механизации работ на системах капельного орошения в весенний период. В настоящее время в хозяйствах широко используется иностранное оборудование, которое имеет большую стоимость или устройства кустарного производства, которые не в полной мере удовлетворяют современным требованиям и выполняют зачастую только одну или две технологические операции.

Для снижения материальных затрат при выращивании бахчевых и овощных культур необходима разработка многофункционального технологического комплекса, который обеспечит выполнение всех основных технологических операций при их выращивании. При этом планируется использовать одну несущую раму с колесами и дополнительные съёмные механизмы.

Список источников

1. Тараканов Г.И., Мухин В.Д., Шуйн К.А. и др. Овощеводство: учебник / под ред. Г.И. Тараканова, В.Д. Мухина. – Изд. 2-е, перер. и доп. – М.: Колос, 2002. – 320 с.
2. Ниязбаев А.К. Обоснование способов и разработка устройства для удаления мульчирующей пленки и гибких лент капельного орошения площадей с пересеченным рельефом: дис. ... канд. техн. наук / Ниязбаев А.К. – Алматы, 2024. – 167 с.
3. Литвинов С.С., Ирков И.И. Современные технологии в овощеводстве. Сборник научных трудов по овощеводству и бахчеводству к 80-летию со дня основания ГНУ Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства Россельхозакадемии. – М.: ООО «Полиграф-Бизнес», 2011. – С. 21-31.
4. Ресурсосберегающие энергоэффективные экологически безопасные технологии и технические средства орошения: Справочник под общей редакцией Г. В. Ольгаренко – М.: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2015. – 264 с.
5. Чеботарь Л.Г. Мульчирование почвы повышает урожай огурца // Картофель и овощи. – 2006. – № 4. – 7 с.

6. Укладчик пленки и тоннелей УПТ-1. Руководство по эксплуатации укладчика пленки УПТ 00.000. – г. Лида: 2020. – 36 с.

7. Укладчик пленки и тоннелей УПТ-1-01. Руководство по эксплуатации укладчика пленки и тоннелей УПТ 00.000. – г. Лида : 2022. – 40 с.

8. Намотчик лент капельного орошения Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н., Смирнов Е.С., Шишенин Е.А., Бельтиков Б.Н., Рыжко Н.В., Смаржиев А.В. Вестник мелиоративной науки. 2020. № 3. С. 79-83.

9. Намотчик ленты капельного орошения Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н., Рыжко Н.В., Смирнов Е.С., Шишенин Е.А., Бельтиков Б.Н., Смаржиев А.В., Калинин А.Ю. Патент на полезную модель № 205225 U1, 05.07.2021. Заявка № 2020142864 от 23.12.2020.

10. Укладчик-сборщик капельной ленты и плёнки Рыжко Н.Ф., Смаржиев А.В., Бельтиков Б.Н., Попов А.В., Рыжко С.Н., Смирнов Е.С., Рыжко Н.В., Шишенин Е.А., Калинин А.Ю. Патент на полезную модель № 209677 U1, 18.03.2022. Заявка № 2021129033 от 04.10.2021.

© Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н., Смирнов Е.С., Волков А.В., 2025

Научная статья
УДК 631,6

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБЛИЦОВКИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ

Эмиль Эдинович Сафин, ассистент¹

Фярид Кинжаевич Абдразаков, д.т.н., профессор²

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

¹mister.safimil@yandex.ru

²abdrakov.fk@mail.ru

Аннотация. В данной работе рассматривается технико-экономическое сравнение двух методов облицовки оросительных каналов с использованием бетонных плит и композитных материалов — по показателям стоимости материалов и монтажа, сроков выполнения, логистики, эксплуатационных характеристик и долговечности. Установлено, что композитные материалы сокращают суммарные затраты более чем в 3 раза, ускоряют выполнение работ в 2,34 раза и уменьшают эксплуатационные расходы в 3,95 раза.

Ключевые слова: противофильтрационная облицовка, оросительный канал, бетонные плиты, геомембрана и геотекстиль, технико-экономическое обоснование.

Для цитирования: Сафин Э.Э., Абдразаков Ф.К. Эффективность применения композитных материалов для облицовки оросительных каналов // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной

Original article

FEASIBILITY STUDY OF THE USE OF COMPOSITE MATERIALS FOR CHANNEL CLADDING

Emil Edikovich Safin, Assistant ¹

Fyarid Kinzhaevich Abdrazakov, Doctor of Technical Sciences, Professor ²

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

¹mister.safimil@yandex.ru

²abdrazakov.fk@mail.ru

Abstract. This paper considers a feasibility study comparing two methods of lining irrigation channels using concrete slabs and composite materials — in terms of cost of materials and installation, lead times, logistics, performance and durability. It has been found that composite materials reduce total costs by more than 3 times, accelerate work by 2.34 times and reduce operating costs by 3.95 times.

Keywords: anti-filtration cladding, anti-filtration cladding, concrete slabs, geomembrane and geotextile, feasibility study.

For citation: Safin E.E., Abdrazakov F.K. Efficiency of Using Composite Materials for Lining Irrigation Channels // Fundamentals of Rational Nature Management: Proceedings of the XI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025.P.85

Введение. Выбор облицовки оросительных каналов во многом зависит от типа покрытия — традиционные жёсткие (бетонные плиты) или композитные системы (геотекстили, геомембраны, полимерно-композитные маты). Различия объясняются механическими и физико-химическими свойствами материалов, экономикой, сроком службы и воздействием на экосистемы. Бетон формирует монолитную несущую поверхность и требует тщательной подготовки основания (выравнивание, песчано-гравийная подушка, возможное армирование), однако склонен к разрушению при циклах заморозания–оттаивания, коррозии арматуры и агрессивном химическом воздействии, что ограничивает его ресурс — порядка нескольких десятков лет. Композитные материалы легче, уменьшают объёмы подготовительных работ и не подвержены к коррозии и ряду химических факторов, что в конечном случае дает преимущество композитам при выборе облицовки.

Цель исследования: технико-экономическое обоснование применения композитных материалов в качестве альтернативы традиционной бетонной облицовке оросительных каналов. В рамках данной цели проведён комплексный сравнительный анализ двух технологий по критериям: стоимость

материалов и работ, трудозатраты, логистическая эффективность, срок службы, устойчивость к внешним воздействиям и затраты на эксплуатацию в долгосрочной перспективе.

Методика исследований. Методологическая основа исследования включает комплексный технико-экономический подход, основанный на сравнении двух типов облицовки канала: бетонной и композитной. В рамках исследования выполнены:

- расчёт объёмов материалов;
- оценка трудозатрат и техники, необходимой для выполнения работ;
- анализ логистических затрат и количества транспортных рейсов;
- сравнение сроков службы и затрат на эксплуатацию в течение 30 лет;
- оценка полной стоимости строительства и обслуживания облицовки.

Источниками данных выступили нормативные документы, справочные материалы, технические характеристики оборудования, а также расчёты, выполненные на основе практического опыта и отраслевых стандартов.

Результаты исследования. Бетонные конструкции обладают высокой прочностью на сжатие, но слабо сопротивляются растягивающим нагрузкам. Это приводит к характерным видам повреждений: трещинообразованию при неравномерной осадке, выкрашиванию кромок, коррозии арматуры [5].

Композитные материалы, напротив, демонстрируют высокую эластичность и способность к перераспределению нагрузок без разрушения. Геомембрана может удлиняться на 300-500% перед разрывом, что делает ее устойчивой к подвижкам грунта [6].

Работы с использованием композитных материалов, таких как геомембраны в сочетании с геотекстилем, основаны на принципах гибкости и адаптивности. Геомембрана, выполняя роль гидроизоляционного барьера, укладывается на подготовленное основание, а геотекстиль служит защитным слоем, предотвращающим механические повреждения и распределяющим нагрузку. Такой подход минимизирует необходимость в тяжелой технике и сокращает сроки работ, поскольку не требует длительного набора прочности, как в случае с бетоном. Кроме того, композитные материалы обладают высокой устойчивостью к химической агрессии и ультрафиолету, что продлевает их эксплуатацию до 30–50 лет, а также их применение снижает почти до нуля фильтрацию воды, что особенно важно в регионах с дефицитом водных ресурсов [1].

Бетон относящийся к традиционным материалам, как правило, недолговечен, срок службы на облицовках каналов, по различным данным, составляет до 25–28 лет по сравнению с ними срок службы качественных геомембран в аналогичных условиях на 40-60% превышает показатели традиционных материалов [4]. Бетонные конструкции подвержены растрескиванию, технологии создания отличаются высокой трудоемкостью выполнения работ. В связи с этим возникает необходимость проведения периодического ремонта бетонных и железобетонных облицовок, вызванная

старением бетона, образованием трещин, разрушением швов, шелушением поверхности и другими причинами.

Рассмотрим технологию строительства канала композитными материалами взамен бетонной облицовки канала длиной 1 км, глубиной 3 м, а шириной по дну 2,5 м, с общей площадью - 8 500 м².

При укладке сечения канала бетонными плитами с параметрами (1,5×6 м и 3×6 м)

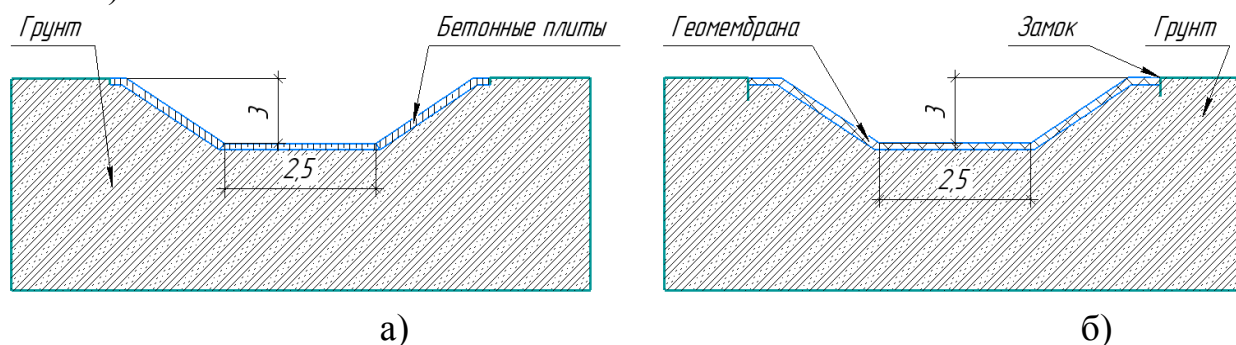


Рисунок 1 - Схематичные схемы укладки
а) - бетонных плит, б) – композитного материала

График работы техники (для бетонных плит)

- Дни 1-10: Доставка материалов: 20 фур/день (всего 194 рейса) с бетонными плитами и сопутствующими материалами.

- Дни 11-15: 2×Hitachi ZX350-6 (экскаваторы) выполняют выемку грунта на глубину 3,5 м (8 часов/день). Caterpillar D6T (бульдозер) выравнивает дно и откосы канала (6 часов/день).

- Дни 16-17: Volvo L350H (погрузчик) разгружает и складировует 806 бетонных плит (10 часов/день).

- Дни 18-32: 2×Liebherr LTM 1050-3.1 (краны) укладывают 58 плит/день (8 часов/день).

- Дни 33-34: Рабочие герметизируют швы с помощью бетононасоса Putzmeister BSA 1409 D (расход: 425 м³ раствора).

Таблица 1- Необходимые машины для облицовки бетонными плитами

Техника	Марка/Модель	Характеристики	Кол-во	Задачи
Экскаватор	Hitachi ZX350-6	Ковш 1,6 м ³ , мощность 203 л.с.	2	Выемка грунта, планировка дна
Бульдозер	Caterpillar D6T	Ширина отвала 3,7 м, мощность 215 л.с.	1	Выравнивание дна и откосов
Кран	Liebherr LTM 1050-3.1	Грузоподъемность 50 т, стрела 42 м	2	Укладка плит
Погрузчик	Volvo L350H	Грузоподъемность 18 т	1	Разгрузка плит
Виброплита	Wacker Neuson DPU 6050	Вес 650 кг, сила уплотнения 25 кН	2	Уплотнение песчано-гравийной подушки

Привлекаемые кадры:

- монтажники: 8 чел. (укладка плит, контроль уровня);
- операторы техники: 5 чел. (2 экскаватора, 1 бульдозер, 2 крана);
- вспомогательный персонал: 5 чел. (подноска материалов, очистка);
- итого: 18 человек.

Материалы:

- Бетонные плиты:
 - 3×6 м (для дна): $2\,500\text{ м}^2 / 18\text{ м}^2 = 139$ плит (вес 9 т/шт.);
 - 1,5×6 м (для стенок): $6\,000\text{ м}^2 / 9\text{ м}^2 = 667$ плит (вес 4,5 т/шт.);
 - Всего: 806 плит (общий вес: 4 846,5 т).
- Песчано-гравийная подушка: толщиной 15 см в объеме 1 275 м³.
- Цементный раствор для швов: 425 м³.

Логистика:

- фуры (25 т): 194 рейса;
- график доставки: 20 фур/день → 10 дней.

Таблица 2 - График работ с бетонными плитами

Этап	Дни	Техника/Персонал	Детали
Доставка плит	10	20 фур/день	194 рейса
Выгрузка	2	Погрузчик Volvo L350H	806 плит
Складирование	1	Погрузчик Volvo L350H	806 плит
Подготовка канала	5	2×Hitachi ZX350-6, Caterpillar D6T	Выемка 3 000 м³ грунта
Укладка плит	14	2×Liebherr LTM 1050-3.1	58 плит/день
Герметизация швов	2	Вспомогательный персонал	425 м³ раствора
Контроль качества	1	Инженеры	Проверка уровня и герметичности
Итого	35 дня		

Расчет продолжительности работы для облицовки бетонными плитами:

$$T_{\text{бетон}} = T_{\text{д.}} + T_{\text{в.}} + T_{\text{скл.}} + T_{\text{п.}} + T_{\text{у.}} + T_{\text{г.}} + T_{\text{к. к.}}$$

$$\text{к. к.} = 10 + 2 + 1 + 5 + 14 + 2 + 1 = 35 \text{ дня.}$$

Где:

- $T_{\text{д.}}$ — время доставки бетонных плит на участок (10 дня);
- $T_{\text{в.}}$ — время выгрузки плит (2 дня);
- $T_{\text{скл.}}$ — время на складирование бетонных плит недалеко от места проводимых работ (1 день);
- $T_{\text{п.}}$ — время подготовки участка канала (5 дней);
- $T_{\text{у.}}$ — время укладки бетонных плит (14 дней);
- $T_{\text{г.}}$ — время герметизации швов между плитами (2 дня);
- $T_{\text{к. к.}}$ — время контроля качества облицовки (1 день).

Таблица 3- Необходимые машины для облицовки композитными материалами

Техника	Марка/Модель	Характеристики	Кол-во	Задачи
Экскаватор	JCB JS220	Ковш 1,2 м³, мощность 160 л.с.	1	Выемка грунта (глубина 3,5 м), планировка дна
Бульдозер	Caterpillar D6T	Мощность: 215 л.с. Ширина отвала: 3,7 м Масса: 21,5 т	1	Выравнивание дна и откосов
Складирование, выгрузка	Погрузчик Volvo L350H	Грузоподъемность 18 т	1	Складирование и выгрузка композитного материала
Кран-манипулятор	Hyundai HL940TM	Грузоподъемность 3,5 т, стрела 21 м	1	Монтаж геомембраны
Грузовик	КамАЗ-6520	Грузоподъемность 20 т	1	Доставка материалов

График работы техники

- Дни 1-3: JCB JS220 выполняет подготовку канала (8 часов/день)
- День 4: КамАЗ-6520 доставляет все материалы
- Дни 5-9: Hyundai HL940TM монтирует геомембрану (3 рулона/день)
- Дни 10-11: Монтажники закрепляют анкера с помощью Husky KH700

Привлекаемые кадры:

- монтажники: 6 чел. (раскатка, крепление);
- операторы техники: 3 чел. (экскаватор, кран);
- вспомогательный персонал: 4 чел;
- итого: 13 человек.

Материалы

- геомембрана (HDPE, 2 мм): 15 рулонов (600 м² каждый) → 10,2 т;
- геотекстиль (500 г/м²): 8 500 м² → 4,25 т;
- анкеры: 34 000 шт. → 3,4 т.

Логистика:

1 рейс КамАЗ-6520 (все материалы: 17,85 т).

Расчет продолжительности работы для облицовки композитным материалом:

$T'_{\text{композит}} = T'_{\text{д.}} + T'_{\text{в.}} + T'_{\text{скл.}} + T'_{\text{п.}} + T'_{\text{у.}} + T'_{\text{м.}} + T'_{\text{г.}} + T'_{\text{к.}} + T'_{\text{к. к.}} = 1+1+3+2+5+2+1=15$ дней

Где:

- $T'_{\text{д.}}$ — время доставки материалов на участок (1 день);
- $T'_{\text{в.}} + T'_{\text{с}}$ — время выгрузки материалов + время на складирование композитных материалов недалеко от места проводимых работ (1 день);
- $T'_{\text{п.}}$ — время подготовки участка канала (3 дня);
- $T'_{\text{у.}}$ — время на укладку материала (2 дня);
- $T'_{\text{м.}}$ — время монтажа композитных панелей (5 дня);

- Т' к.анк. — время нужное на крепление композитного материал анкерами (2 дня);
- Т' к. к. — время контроля качества облицовки (1 день).

Таблица 4 - График работ с композитными материалами

Этап	Дни	Техника/Персонал	Детали
Доставка материалов	1	КамАЗ-6520	17,85 т
Выгрузка	1	Погрузчик Volvo L350H	17,85 т
Подготовка канала	3	JCB JS220	Выемка 1 500 м³ грунта
Укладка геотекстиля	2	Вспомогательный персонал	8 500 м²
Монтаж геомембраны	5	Hyundai HL940TM	3 рулона/день
Крепление анкерами	2	Вспомогательный персонал	34 000 шт.
Контроль качества	1	Инженеры	Проверка герметичности
Итого	15 дней		

Расчет продолжительности работы для облицовки композитным материалом:

$T'_{\text{композит}} = T'_{\text{д.}} + T'_{\text{в.}} + T'_{\text{скл.}} + T'_{\text{п.}} + T'_{\text{у.}} + T'_{\text{м.}} + T'_{\text{г.}} + T'_{\text{к. анк.}} + T'_{\text{к. к.}} = 1+1+3+2+5+2+1=15 \text{ дней}$

Где:

- Т' д. — время доставки материалов на участок (1 день);
- Т' в. + Т' с — время выгрузки материалов + время на складирование композитных материалов недалеко от места проводимых работ (1 день);
- Т' п. — время подготовки участка канала (3 дня);
- Т' у. — время на укладку материала (2 дня);
- Т' м.— время монтажа композитных панелей (5 дня);
- Т' к.анк. — время нужное на крепление композитного материал анкерами (2 дня);
- Т' к. к. — время контроля качества облицовки (1 день).

Таблица 5- Техничко-технологические показатели сравниваемых технологий

Параметр	Бетонные плиты	Композитная облицовка
Техника	6 ед. (2 крана, 2 экскаватора, 1 бульдозер, 1 погрузчик)	3 ед. (1 экскаватор, 1 кран, 1 погрузчик)
Привлекаемые кадры	18 чел.	13 чел.
Материалы	806 плит (4 846,5 т)	15 рулонов геомембраны + 8 500 м² геотекстиля + 34 000 анкеров
Доставка	194 рейса	1 рейс
Сроки	35 дня	15 дней

Вывод:

- Укладка композитной облицовки в 2,4 раза быстрее и требует на 194 рейса меньше.

Технико – экономическое сравнение облицовки канала (1 км).

Бетонные плиты: - плиты 3×6 м для дна: $2\,500\text{ м}^2 / 18\text{ м}^2 = 139$ плит (вес 9 т/шт.); - плиты 1,5×6 м для стенок: $6\,000\text{ м}^2 / 9\text{ м}^2 = 667$ плит (вес 4,5 т/шт.); - всего: 806 плит, общий вес: 4 846,5 т; - песчано-гравийная подушка: $1\,275\text{ м}^3$; - цементный раствор для швов: 425 м^3. Логистика: - фуры (25 т): $4\,846,5 / 25 = 194$ рейса; - график доставки: 20 фур/день → 10 дней; - стоимость доставки: $50\text{ км} \times 40\text{ руб/км} \times 194\text{ фур} = 388\,000\text{ руб.}$ Стоимость материалов и монтажа: - материал: $8\,000\text{ руб/м}^2 \times 8\,500\text{ м}^2 = 68\,000\,000\text{ руб.}$; - монтаж: $2\,400\text{ руб/м}^2 \times 8\,500\text{ м}^2 = 20\,400\,000\text{ руб.}$; - итого: 88 788 000 руб (с доставкой)	Композитный материал: Состав комплекта: - геомембрана: 15 рулонов по $600\text{ м}^2 \rightarrow 10,2\text{ т}$; - геотекстиль ($500\text{ г/м}^2$): $8\,500\text{ м}^2 \rightarrow 4,25\text{ т}$; - анкеры: 34 000 шт. → 3,4 т; Логистика: - общий вес: 17,85 т → 1 рейс КамАЗ-6520; - доставка: $50\text{ км} \times 40\text{ руб/км} \times 1\text{ рейс} = 2\,000\text{ руб.}$ Стоимость материалов и монтажа: - геомембрана: $2\,200\text{ руб/м}^2 \times 8\,500\text{ м}^2 = 18\,700\,000\text{ руб.}$; - геотекстиль: 510 000 руб; - анкера: 680 000 руб; - монтаж: $1\,200\text{ руб/м}^2 \times 8\,500\text{ м}^2 = 10\,200\,000\text{ руб.}$; - итого: 30 092 000 руб (с доставкой)

Итоговое сравнение экономических показателей технологий.

Таблица 6 - Сводная таблица сравнения затрат

Параметр	Бетонные плиты	Композитные материалы
ГСМ	8 132 л (570 000 руб)	1 110 л (80 000 руб)
Доставка техники	700 000 руб	300 000 руб
Аренда техники	688 000 руб	232 000 руб
Итого (без материалов)	2,96 млн руб	612 тыс. руб

Таблица 7 - Сравнительная таблица

Материал	Материал + Монтаж (млн руб)	Доставка (руб)	Итого (млн руб)	Количество рейсов
Бетонные плиты	90,7	388 000	90,49	194
Геомембрана	30,7	2000	30,702	1

Таблица 8 - Срок службы и обслуживание

Материал	Срок службы, лет	Обслуживание, млн руб	Затраты с учётом эксплуатации, млн
Бетонные плиты	20–30	16,6	107,09
Геомембрана	30–50	4,2	34,902

Полная стоимость облицовки канала определяется

1. Бетонные плиты

$$C_{\text{ц}} (\text{бетон}) = C_{\text{пл}} + C_{\text{м}} + C_{\text{л}} + C_{\text{е}} + C_{\text{г}} + C_{\text{к}}$$

Где:

- $C_{\text{пл}}$ — стоимость бетонных плит
- $C_{\text{м}}$ — стоимость строительно-монтажных работ
- $C_{\text{л}}$ — затраты на логистику (транспортировка)
- $C_{\text{е}}$ — эксплуатационные затраты на 30 лет
- $C_{\text{г}}$ — затраты на герметизацию, швы и финишную обработку
- $C_{\text{к}}$ — контроль качества, лабораторные испытания и приёмка

2. Композитный материал (геомембрана)

$$C_{\text{ц}} (\text{композит}) = C_{\text{м}}' + C_{\text{л}}' + C_{\text{г}}' + C_{\text{е}}' + C_{\text{к}}'$$

Где:

- $C_{\text{м}}'$ — стоимость композитной мембраны и анкеров
- $C_{\text{л}}'$ — стоимость монтажных и крепёжных работ
- $C_{\text{г}}'$ — логистика (обычно 1 рейс)
- $C_{\text{е}}'$ — эксплуатационные затраты на 30 лет
- $C_{\text{к}}'$ — контроль качества + герметизация швов

Т бетонная плита > Т' композит, проведя анализ и расчет можно сделать вывод о том, что укладка композитного материала в 2,4 раза быстрее и требует на 194 рейсов меньше. А также с экономической точки зрения применение композитного материала выгоднее в 3 раза.

$$C = \frac{\text{Полная стоимость материалов и работ для облицовки}}{S \text{ площадь канала}} \text{ руб/м}^2$$

$$C_{\text{бет.плит}} = \frac{107,09 \text{ млн.руб}}{8500 \text{ м}^2} = 12599, \text{ руб/м}^2$$

$$C_{\text{ком.мат}} = \frac{34,902 \text{ млн.руб}}{8500 \text{ м}^2} = 4106, \text{ руб/м}^2$$

C (себестоимость+проводимые работы) ком. мат. < C (себестоимость+проводимые работы) бет. плит в 3,06 раза.

Экономический и технологический выбор между бетонными плитами и композитными облицовками определяется не только первоначальными затратами, но и жизненным циклом: хотя бетон кажется более капитальным решением, регулярные ремонты снижают его эффективность, тогда как композитные системы обычно требуют меньших вложений при монтаже и минимального обслуживания в первые 20–30 лет, что важно для хозяйств с ограниченным бюджетом [2].

Гибкость геомембран обеспечивает лучшую адаптивность к подвижным или нестабильным грунтам и сейсмическим смещениям и позволяет формировать более сложные гидравлические профили, тогда как бетонные плиты в подобных условиях теряют целостность и требуют дорогостоящего укрепления основания [3].

Заключение. Проведенные нами исследования и экономические расчеты показывают, что для облицовки 1 км канала площадью 8500 м² с использованием бетонных плит потребуется общие затраты 107,09 млн руб, а с применением композитных материалов 34,902 млн руб. Также существенно ниже затраты на логистику: 1 рейс против 194 и при этом срок эксплуатации выше, чем у бетонных плит. Из расчетов следует, что себестоимость облицовки 1 м² канала бетонной плитой составит 12599 руб, а себестоимость с использованием композитного материала 4106 руб. То есть 1 м² облицовки канала из композитного материала в 3,06 раза дешевле, чем бетонная облицовка. А также при использовании композитных материалов увеличивается скорость укладки в 2,34 раза.

Список источников

1. Абдразаков Ф.К., Сафин Э.Э., Рукавишников А.А. Технико-экономическое обоснование применения геомембран и геотекстиля для облицовки каналов. Природообустройство. 2025;(4):51-59.
<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-4-51-59>
2. Баев, О. А., Косиченко, М. Ю. Вопросы реконструкции крупных каналов и оценка их эффективности // Мелиорация и гидротехника. – 2021. – Т. 11, № 4. – С. 287–301. – DOI: 10.31774/2712-9357-2021-11-4-287-301. – EDN QMDUPX.
3. Песков, А. Н., Шешенев, Н. В. Применение композитных материалов в современном строительстве // Новые технологии в учебном процессе и производстве: материалы XVII Междунар. науч.-техн. конф., Рязань, 17–19 апреля 2019 г. – Рязань: Рязаньпроект, 2019. – С. 213–215. – EDN LEBSGZ.
4. Способ ремонта бетонных облицовок оросительных каналов: пат. RU 2612419 C2 Российская Федерация. № 2015108263; заявл. 12.03.2015; опубл. 27.02.2017 / Е. И. Баев, А. А. Косиченко, А. П. Качанов. – URL: <https://patents.google.com/patent/RU2612419C2/ru>.
5. Abdrazakov F.F., Rukavishnikov A.A., Khalmetov A.A., Povarov A.V. (2019). Problems of Irrigation Canals and Modern Methods of Their Technical Improvement due to Innovative Concrete Materials and Technologies. 10.2991/isees-19.2019.73.
6. Koerner, R. M., Koerner, G. R. Durability and long-term performance of geomembranes: 30-year forensic analysis of field samples / Geosynthetic Institute. – 2017. – GRI Report #44. – URL: <https://www.geomembrane.com/technical-info/durability/30-year-forensic-analysis.html>

© Сафин Э. Э., Абдразаков Ф. К., 2025

ТЕХНОЛОГИИ ОРОШЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕСТНОГО СТОКА НА ЗЕМЛЯХ УНПО «МУММОВСКОЕ» ФГБОУ ВО ВАВИЛОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Сергей Сергеевич Череменцев, студент¹,
Роман Викторович Прокопец, к.т.н., доцент²,
Екатерина Владимировна Аржанухина, к.с.-х.н., доцент³

^{1,2,3}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹cheremencev199@yandex.ru

²proroman@inbox.ru

³cugarik@rambler.ru

Аннотация. Актуальным направлением повышения эффективности реализации агротехнологий на оросительных системах является водосбережение и управление поливами в условиях дефицита водных ресурсов. Рассматривая местный сток как водный источник, необходимо учитывать основные особенности, отличающие его от других водных источников. Важной отличительной особенностью местного стока является его изменчивость по годам. В некоторые годы объем весеннего стока настолько велик, что вызывает половодья, разливы, в другие годы он вообще может отсутствовать. В статье использован анализ мелиоративной практики отечественного агропромышленного комплекса использования местного стока в условиях дефицита водных ресурсов. Охарактеризованы возможности и принципиальная стратегия применения на орошаемых землях УНПО «Муммовское» ФГБОУ ВО Вавиловского университета самонапорной системы капельного орошения.

Ключевые слова: Оросительная система, водосбережение, дефицит водных ресурсов, капельный полив.

Для цитирования: Череменцев С.С., Прокопец Р.В., Аржанухина Е.В. Технологии орошения с использованием местного стока на землях УНПО «Муммовское» ФГБОУ ВО Вавиловского университета // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. С.95

**IRRIGATION TECHNOLOGIES USING LOCAL RUNOFF ON THE
LANDS OF THE UNPO «MUMMOVSKOYE» FEDERAL STATE
BUDGETARY EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION
OF VAVILOV UNIVERSITY**

Sergey Sergeyevich Cherementsev, student¹,

Roman Viktorovich Prokopets, PhD, Associate Professor²,

Ekaterina Vladimirovna Arzhanukhina, Senior Lecturer, Associate Professor³

^{1,2,3} Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after
N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹cheremencev199@yandex.ru

²proroman@inbox.ru

³cugarik@rambler.ru

Annotation. An urgent area of increasing the efficiency of the implementation of agricultural technologies in irrigation systems is water conservation and irrigation management in conditions of water scarcity. Considering the local runoff as a water source, it is necessary to take into account the main features that distinguish it from other water sources. An important distinctive feature of the local runoff is its variability over the years. In some years, the volume of spring runoff is so large that it causes floods and spills, in other years it may be absent altogether. The article uses an analysis of the reclamation practice of the domestic agro-industrial complex for the use of local runoff in conditions of water scarcity. The possibilities and the principal strategy of using a self-pressurized drip irrigation system on irrigated lands of the UNPO "Mummovskoye" Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the University of Lithuania are described.

Keywords: Irrigation system, water conservation, water scarcity, drip irrigation.

For citation: Cherementsev S.S., Prokopets R.V., Arzhanukhina E.V. Irrigation Technologies Using Local Runoff on the Lands of the UNPO "Mummovskoye" Vavilov University // Fundamentals of Rational Nature Management: Proceedings of the XI National Conference with International Participation / Edited by S.S.Eliseev – Saratov: Vavilov University, 2025. P.95

Введение

В настоящее время в связи с распадом крупных государственных хозяйств-производителей сельскохозяйственной продукции на орошаемых землях и образованием большого количества мелких обострились проблемы водоподачи и водораспределения как экономического, так и технического характера. По этой причине вновь стал проявляться интерес к небольшим – локальным – системам орошения с использованием местного стока.

Орошение на местном стоке в России практически утрачено, удельный вес местного стока в объеме орошения сократился с 30 % до 6 %. Технологии орошения на базе использования местного стока 50–60-х годов прошлого века

морально и технически устарели и требуют существенного пересмотра с учетом современных требований, предъявляемым к оросительным системам нового поколения. Несмотря на дефицит водных ресурсов местного стока, объемы воды существующих прудов и водохранилищ представляют собой значительный потенциал для получения гарантированной сельскохозяйственной продукции в орошаемом земледелии. [2].

Основной особенностью местного стока (талые снеговые, паводковые и ливневые воды) является очень короткий интервал его прохождения и несовпадение с потребностью для целей орошения, что требует его регулирования (аккумулирования). Помимо этого, стала актуальна и разработка новых усовершенствованных технологий орошения с использованием местного стока.

Основные факторы, которые необходимо учитывать при рассмотрении вопросов по использованию местного стока, следующие:

- почвенно-гидрологические условия орошаемых земель;
- ограниченность территории орошения на местном стоке;
- низкая водообеспеченность источника орошения и сезонный характер его наполнения;
- необходимость размещения в севооборотах культур, использующих поливную воду в основном весной и в начале лета.

Для создания локальных оросительных систем на начальном этапе необходимо проведение инженерных изысканий источника местного стока и потенциального участка орошения с целью предварительной оценки их возможного использования. При благоприятных условиях по водобалансовому расчету определяются гарантированный и потенциально возможный дополнительный объем воды для нужд орошения. Технология орошения разрабатывается, исходя из конкретных условий местности и доступных объемов воды [3,7].

К основным элементам технологии орошения на местном стоке относят:

- средства забора и доставки воды;
- конструкции оросительных систем;
- способы орошения;
- режимы орошения;
- техника полива.

Следует учитывать факторы, влияющие на выбор элементов технологии орошения:

- скорость впитывания воды в почву;
- степень естественной дренированности территории;
- уровень залегания грунтовых вод;
- уровень минерализации грунтовых вод;
- степень засоления почв;
- плодородие почв;
- уклоны поверхности орошаемого массива;
- качество оросительной воды.

Возможные варианты подлежат технико-экономическому обоснованию для принятия решения об инвестициях в строительство такого участка.

Основные направления совершенствования технологий выращивания сельскохозяйственных культур в условиях орошения на местном стоке следующие:

- оптимизация севооборотов;
- рационализация режимов орошения;
- применение эффективных агротехнических приемов, направленных на повышение эффективности использования оросительных вод в пахотном горизонте за счет снижения объемной массы, увеличения порозности, увеличения скорости фильтрации;
- совершенствование способов полива.

Способы орошения и поливная техника являются неотъемлемыми важными составляющими технологии орошения, без чего, в конечном счете, невозможно ее усовершенствование.

Необходимо учитывать факторы, влияющие на выбор способа орошения и поливной техники:

- климатические: увлажненность территории, испаряемость, температура и влажность воздуха, ветровой режим;
- почвенные: гранулометрический состав, влагоемкость, водопроницаемость, степень засоления, мощность почвенного покрова и устойчивость почв водной эрозии;
- геоморфологические: уклон поверхности земли и протяженность склонов;
- гидрологические: глубина залегания и минерализация грунтовых вод;
- биологические: требование культур к режиму орошения, характер развития растений;
- водохозяйственные: размещение и специализация сельскохозяйственного производства, севообороты;
- хозяйственные;
- экономические и другие факторы.

Методология и методы исследования

В исследовании применялись общенаучные методы (научная абстракция, индукция, дедукция, анализ, синтез, сопоставление, аналогия, обобщение и др.), использовалась современная нормативная литература [6].

Результаты исследования

УНПО «Муммовское» Вавиловского университета расположено на территории и земельных угодьях д. Ершовки и Тепловки Аткарского района Саратовской области. Ершовское муниципальное образование расположено в центральной правобережной части Саратовской области, а сам административный центр д. Ершовка в 60 км северо-западнее областного центра г. Саратова и в 18 км юго-восточнее г. Аткарска. На территории учхоза имеются несколько прудов, построенных еще в 50-х годах 20 века [4]. Рекогносцировочные исследования существующих гидротехнических

сооружений показали удовлетворительное их состояние, однако частичное их разрушение не позволяет аккумуляцию водных ресурсов в полном объеме.

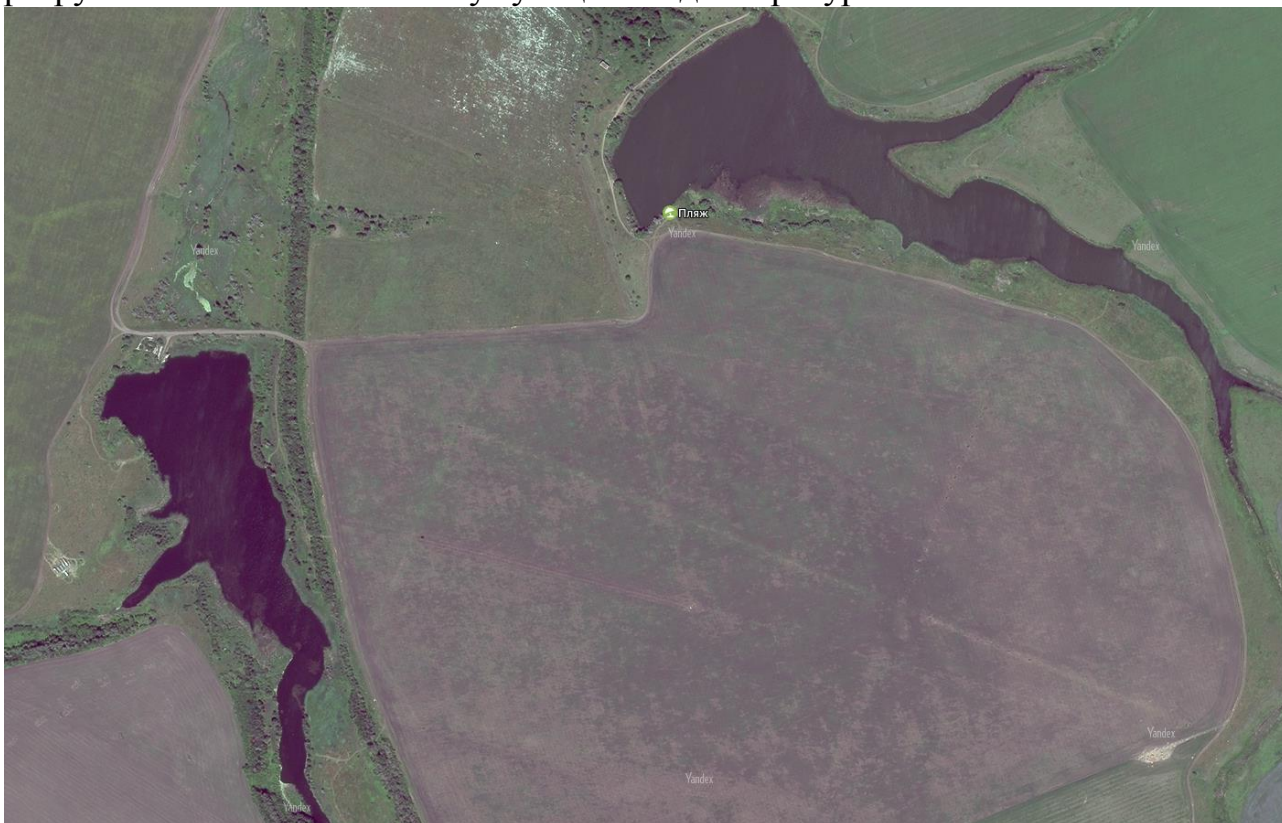


Рисунок 1 – Обзорная схема прудов на территории УНПО «Муммовское»

В этих условиях задачи водосбережения, повышения водообеспеченности, эффективного использования водных ресурсов при дефиците являются приоритетными, прежде всего, для сельского хозяйства, как основного потребителя воды [1, 5].

На оросительной системе с местным стоком в УНПО «Муммовское» при выборе способов орошения, на наш взгляд, заслуживает внимания самонапорные системы капельного орошения.

К таким самоэнергодостаточным системам относятся системы капельного орошения, функционирующие за счет гидроэнергетического потенциала и рельефных условий территории – напора, создаваемого в ее напорообразующих узлах за счет положительных перепадов высотного положения вышерасположенного по отношению к орошаемому участку источника орошения.

Данный высотный перепад должен обеспечивать создание необходимого для функционирования систем капельного орошения напора.

В искусственно напорных системах необходимое для их функционирования давление (напор) формируется принудительно – работой насосных установок с внешним потреблением электрической энергии. В естественно-напорных (самонапорных) системах внутритрубное давление (внутритрубный напор) создается за счет геодезического падения отметок между уровнем воды в водоисточнике и поверхностью земли на орошаемом

участке. В условиях слабой экономической целесообразности создания полно самонапорных систем рассматриваются частично самонапорные системы, в которых дефицит естественно-образующегося напора в трубопроводной сети компенсируется работой напороповышающей насосной станции.

По материалам изысканий, проведенным в УНПО «Муммовское» предварительно оценивая техническую возможность создания полно самонапорной системы капельного орошения в части наличия соответствующих рельефных условий – наличия необходимого геодезического перепада отметок местности ΔZ , м, от водного источника $Z_{\text{ви}}$, м, до орошаемого массива $Z_{\text{ом}}$, м, используем условие:

$$\Delta Z = Z_{\text{ви}} - Z_{\text{ом}} > H_{\text{ос}}, \quad (1)$$

где $H_{\text{ос}} = (1,5 \dots 1,6)h_{\text{пу}}$ – напор, необходимый для функционирования капельной самонапорной системы, м; $h_{\text{пу}}$ – регламентный напор на поливном устройстве, обеспечивающий качественный капельный полив, м.

Для большинства капельных лент минимальное рабочее давление, при котором начинается выпуск воды капельницей, разные производители указывают в диапазоне от 0,2 до 0,5 бар (2-5 м.вод.ст.). Имеющийся в УНПО «Муммовское» пруд с грунтовой плотиной располагается выше определенных участков пригодных для орошения. Геодезический перепад отметок местности ΔZ в среднем составляет 10 м, из чего можно сделать вывод о предварительной возможности создания самонапорной системы капельного орошения.

Дальнейший выбор наиболее приемлемой компоновочно-конструктивной схемы системы определяется расположением орошаемых участков с учетом рельефных, почвенных, фенологических, хозяйственных, экономических и других условий при соответствующем технико-экономическом обосновании.

При расчете водопотребности орошаемых участков (модулей) необходимо выполнить воднобалансовые расчеты по планируемым к возделыванию культурам, исходя из занимаемых ими площадей, норм, сроков и количества поливов, почвенных и микроклиматических условий. По результатам воднобалансовых расчетов определяются необходимые объемы оросительной воды, подлежащей изъятию из водного источника. Наряду с воднобалансовыми расчетами для всего вегетационного периода необходимо разработать посуточные графики водоподачи и определить значения суточных и секундных расходов воды, подаваемых в оросительную сеть. На основе этих параметров водопотребления будет осуществлен подбор напорообразующего узла и технологического оборудования.

При проектировании оросительной сети особое внимание необходимо уделить выбору конструкции и производительности (напорно-расходных характеристик) капельниц. При выборе капельниц учитываются почвенные, рельефные и фенологические условия формирования зон с определенной глубиной, шириной, площадью и объемом увлажнения.

По принятой компоновке оросительной сети будут проработаны элементы поливных линий, распределительных водоводов различного порядка

и магистрального трубопровода. Размеры всех видов трубопроводов, диаметры водоводов и потери напора в них, по каждому орошаемому участку будут определены гидравлическими расчетами по «критическим» трассам.

Список источников

1. Пилотный проект единого информационно-аналитического портала управления мелиоративным комплексом Саратовской области / В. В. Корсак, А. В. Кравчук, Р. В. Прокопец [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 12. – С. 94-99.
2. Проблемы орошения сельскохозяйственных угодий и их засоления в XXI веке / В.В. Корсак, Р.В. Прокопец, Д.А. Курмангалиева, В.В. Афонин // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 8. – С. 19-24.
3. Прокопец, Р. В. Изменение параметров контура увлажнения при капельном орошении в зависимости от интенсивности водоподачи / Р. В. Прокопец, Е. А. Сергеева // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 4. – С. 62-66.
4. Прокопец, Р. В. Обследование каскада прудов на ручье Разбойщина в рамках проведения инженерных гидрометеорологических изысканий / Р. В. Прокопец, Б. В. Фисенко, И. И. Демакина // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы XV Национальной конференции с международным участием, Саратов, 10 апреля 2025 года. – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. – С. 360-365.
5. Прокопец, Р.В. Оросительные мелиорации в сухостепной зоне Нижнего Поволжья в аспекте "зеленой экономики" России / Р.В.Прокопец, Е.А. Сергеева // Научная жизнь. – 2014. – № 5. – С. 56-61.
6. Пронько, Н. А. Мониторинг состояния компонентов агроландшафтов: Допущено Федеральным учебно-методическим объединением в сфере высшего образования по УГСН 20.00.00 Техносферная безопасность и природообустройство / Н. А. Пронько, В. В. Корсак, Р. В. Прокопец. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2017. – 170 с.
7. Снижение потерь поливной воды при орошении / М. С. Григоров, А. В. Кравчук, Р. В. Прокопец, Д. И. Шаврин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2003. – № 6. – С. 55-56.

© Череменцев С.С., Прокопец Р.В., Аржанухина Е.В., 2025

Секция 2
Цифровизация и роботизация процессов управления
водными и земельными ресурсами

Научная статья
УДК 631.6; 004.383.8

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОЛИВА: ТЕХНОЛОГИЯ И
ПРИНЦИП РАБОТЫ

Альфия Идрисовна Балабекова, преподаватель¹,
Ольга Сергеевна Гарнец, преподаватель²

¹Пугачевский гидромелиоративный техникум им. В.И. Чапаева-филиал ФГБОУ ВО Саратовский государственный университет генетики, биотехнологий и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Пугачев, Россия

²ГБПОУ Ростовской области "Азовский гуманитарно-технический колледж", г. Азов, Россия

¹Balabekovaai@yandex.ru

²Olga.garnets@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены инновационные технологии в мелиорации, на примере применения интеллектуальной системы полива

Ключевые слова: Интернет вещей, искусственный интеллект, большие данные, метеодатчики, контроллер

Для цитирования: Балабекова А.И., Гарнец О.С. Интеллектуальная система полива: технология и принцип работы //Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025.С.102

Original article

INTELLIGENT IRRIGATION SYSTEM: TECHNOLOGY AND
PRINCIPLE OF OPERATION

Alfiya Idrisovna Balabekova, teacher¹,
Olga Sergeevna Garnets, teacher²

¹Pugachevsky Hydromeliorative College named after V.I. Chapaev-branch of the Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Pugachev, Russia

²State budgetary professional educational institution of the Rostov Region "Azov Humanitarian and Technical College", Azov, Russia

¹Balabekovaai@yandex.ru

²Olga.garnets@yandex.ru

Annotation. The article discusses innovative technologies in land reclamation, using the example of an intelligent irrigation system.

Keywords: Internet of Things, Artificial Intelligence, Big Data, weather sensors, controller

For citation: Balabekova A.I., Garnets O.S. Intelligent Irrigation System: Technology and Principle of Operation //Fundamentals of Sustainable Natural Resource Management: Proceedings of the 11th National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025. P.102

По прогнозам FAO к 2050 году население мира составит около 9,1 миллиарда человек, что значительно увеличит и без того высокий мировой спрос на продовольствие. Ожидается, что в ближайшие годы производство продуктов питания во всем мире увеличится на 70 %, а если рассматривать только развивающиеся страны, то оно может увеличиться до 100 %. В настоящее время 70 % пресной воды, добываемой из водоносных горизонтов, ручьев и озер, используется для орошения сельскохозяйственных культур, и этот процент необходимо будет увеличить, чтобы поддержать ожидаемый рост производства продуктов питания. Истощение земель, нехватка доступной воды и сокращение биоразнообразия в сочетании с изменением климата уже замедляют рост производительности сельского хозяйства, вызывая опасения, что в будущем производительность сельского хозяйства будет недостаточной для удовлетворения глобального спроса на продовольствие. В этом контексте доступность расширенных технологических возможностей стимулирует переход к более интеллектуальным сельскохозяйственным системам, которые при внедрении помогают улучшить качество и количество продуктов питания, одновременно оптимизируя использование ресурсов, необходимых для их производства. Это может быть правильным способом смягчения, прогнозируемого будущего продовольственного кризиса.

Мир переходит от аналоговых технологий к цифровым, от ручных процессов к автоматизированным. Это происходит из-за очевидных эффектов научных гипотез. Некоторые технологии, которые нашли применение в сельском хозяйстве – это Интернет вещей, Большие данные, киберфизическая система и цифровой двойник. Эти технологии используются в сельском хозяйстве для повышения производительности, сокращения использования ресурсов, таких как вода и энергия, и повышения качества продукции.

Орошение – это сельскохозяйственный процесс, который получает непосредственную выгоду от контекста «умного» земледелия. Стратегии «умного» орошения можно разделить на стратегии мониторинга и контроля (управления). Стратегии мониторинга заключаются в мониторинге погоды, параметров почвы и растений. Стратегии управления состоят из методов разомкнутого и замкнутого контура.

Умная система управления поливом, построенная на принципах Интернета вещей (IoT) и искусственного интеллекта (AI), представляет собой комплексный технологический продукт, который кардинально меняет подход к

орошению в сельском хозяйстве, ландшафтном дизайне и тепличном растениеводстве. В отличие от традиционных систем, работающих по заранее заданному таймеру, эта система принимает интеллектуальные решения, основанные на реальных данных и прогнозах, обеспечивая полив именно тогда, в том месте и в том количестве, которое необходимо растениям.

Основой системы является ее аппаратная часть, которая представляет собой сеть взаимосвязанных устройств, размещенных непосредственно на объекте. В почву на разной глубине устанавливаются датчики, которые непрерывно измеряют ключевые параметры: влажность, температуру, уровень солености и содержание питательных веществ. Дополняют эту картину метеодатчики, устанавливаемые на мини-метеостанциях. Они отслеживают температуру и влажность воздуха, интенсивность солнечного излучения, скорость ветра и количество выпавших осадков. Сердцем системы на месте является контроллер, который получает информацию со всех датчиков через специальный шлюз, отвечающий за сбор данных и их передачу в облако по беспроводным сетям. Именно этот контроллер управляет исполнительными устройствами — электромагнитными клапанами и насосами, открывая и закрывая подачу воды в конкретные зоны полива.

Собранные данные непрерывным потоком поступают в облачную платформу, где и раскрывается весь потенциал искусственного интеллекта. Это программное ядро системы. Платформа не просто хранит информацию, она с помощью сложных алгоритмов машинного обучения проводит ее глубокий анализ. AI-модель, учитывая тип культуры, фазу ее роста, характеристики почвы, исторические данные и актуальный прогноз погоды, вычисляет точную потребность растений в воде. Она прогнозирует скорость испарения влаги и определяет оптимальный момент и объем полива для каждой зоны. Более того, система способна к самообучению, постоянно улучшая свои рекомендации на основе обратной связи от датчиков. Дополнительно AI-модель выполняет функцию детектора аномалий, своевременно обнаруживая утечки воды, засоры в системе или неисправности оборудования и мгновенно оповещая об этом пользователя.

Управление всей этой сложной экосистемой происходит через интуитивно понятный пользовательский интерфейс, доступный с любого устройства через веб-браузер или мобильное приложение. Пользователь видит на экране виртуальную карту своих полей или газонов в реальном времени, где наглядно отображается статус влажности почвы, работа клапанов и ход полива. Он может получать push-уведомления о критических событиях, просматривать аналитические отчеты и при необходимости вручную вносить коррективы, запуская или останавливая полив удаленно.

Принцип работы системы представляет собой непрерывный цикл. Сначала датчики собирают данные о состоянии почвы и атмосферы. Затем эта информация агрегируется в облаке, где искусственный интеллект анализирует ее и принимает решение о необходимости полива. Далее платформа отправляет точную команду на полевой контроллер, который и исполняет ее, активируя

нужные клапаны на рассчитанное время. После полива датчики снова фиксируют изменения, и цикл замыкается, обеспечивая постоянную адаптацию и оптимизацию.

Ключевыми преимуществами такой системы являются значительная экономия водных ресурсов, которая может достигать 30-50%, и повышение урожайности за счет обеспечения идеальных условий для роста растений. Она позволяет автоматизировать процессы, экономя время и трудозатраты, а также предотвращает развитие болезней, связанных с переувлажнением. Возможность удаленного мониторинга и управления с любого устройства делает контроль над поливом максимально удобным и эффективным

Эта технология находит применение в самых разных областях: от крупных агрохолдингов и фермерских хозяйств, выращивающих зерновые и овощные культуры, до тепличных комплексов, питомников, спортивных полей и парков.

В будущем, ожидается, что Большие данные окажут огромное влияние на «умное» фермерство и затронут всю цепочку поставок. Интеллектуальные датчики и устройства обрабатывают большие объемы данных, которые обеспечивают беспрецедентные возможности для принятия решений.

В настоящее время широко развиваются решения на базе искусственного интеллекта по программам выращивания и для прогнозирования продуктивности и качества культур в сельском хозяйстве, но интеллектуальные советующие системы не могут функционировать без сбора анализируемых параметров. Разработка и внедрение элементов системы точного земледелия является актуальной задачей в сельском хозяйстве Российской Федерации, необходимо импортозамещение и построение собственной отечественной программной и элементной базы устройств.

Список источников

1. Меньших А. М., Федосов А.Ю., Янченко В. А., Фартуков В. А., Иванова М.И. Интеллектуальная система полива: цифровые решения в овощеводстве // Рисоводство. 2024. №2 (63). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnaya-sistema-poliva-tsifrovye-resheniya-v-ovoshevodstve>
2. FAO. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture—Systems at Breaking Point
3. FAO. The Future of Food and Agriculture. In Food Agric; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy, 2017. - P. 1–180.
4. Федосов, А.Ю. Применение искусственного интеллекта при оптимизации орошения и применении гербицидов / А.Ю. Федосов, А.М. Меньших, В.А. Фартуков, М.И. Зборовская, Д.М. Васильев // Экономика строительства. - 2023. - № 2. - С. 42-51.

© Балабекова А.И., Гарнец О.С., 2025

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Леонид Анатольевич Богуславский, аспирант¹

Галина Владимировна Проваторова, к.т.н., доцент²

^{1,2} Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, г. Владимир, Российская Федерация

¹ leon1dbogi@gmail.com

² asf.inst@yandex.ru

Аннотация. В статье проведён сравнительный анализ традиционного и инновационного подходов к проектированию автомобильных дорог. В статье рассматриваются возможности применения искусственного интеллекта (ИИ) для оптимизации проектных решений в области автомобильных дорог. Сравниваются традиционные методы проектирования и современные цифровые технологии, основанные на анализе больших данных, машинном обучении и алгоритмах оптимизации. На основе анализа преимуществ и ограничений ИИ сделан вывод о целесообразности его интеграции в процессы проектирования дорожной инфраструктуры.

Ключевые слова: проектирование дорог, искусственный интеллект, цифровизация, геоинформационные системы, автоматизация проектных процессов.

Для цитирования: Богуславский Л.А., Проваторова Г.В. Оптимизация проектных решений с использованием искусственного интеллекта в проектировании автомобильных дорог // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.106

Original article

OPTIMIZATION OF DESIGN SOLUTIONS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HIGHWAY DESIGN

Leonid Anatolyevich Boguslavsky, PhD student¹

Galina Vladimirovna Provatorova, PhD, Associate Professor²

^{1,2} Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov, Vladimir, Russian Federation

¹ leon1dbogi@gmail.com

² asf.inst@yandex.ru

Annotation. The article provides a comparative analysis of traditional and innovative approaches to highway design. The article discusses the possibilities of using artificial intelligence (AI) to optimize design solutions in the field of highways. Traditional design methods and modern digital technologies based on big data analysis, machine learning and optimization algorithms are compared. Based on the analysis of the advantages and limitations of AI, it is concluded that it is advisable to integrate it into the processes of designing road infrastructure.

Keywords: road design, artificial intelligence, digitalization, geoinformation systems, automation of project processes

For citation: Boguslavsky L.A., Provatorova G.V. Optimization of Design Solutions using Artificial Intelligence in the Design of Highways // Fundamentals of Rational Environmental Management: Proceedings of the XI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.106

Введение

Проектирование автомобильных дорог традиционно является многоэтапным и трудоёмким процессом, включающим сбор геодезических данных, разработку трассировки, построение цифровых моделей местности, расчёт параметров дорожного покрытия и оформление текстово-графической документации. В условиях необходимости ускоренного развития транспортной инфраструктуры, особенно в крупных агломерациях, вопрос сокращения сроков проектирования и повышения точности инженерных решений становится критически важным [1].

С одной стороны, накопленный опыт позволяет говорить о высокой отработанности традиционных методов. С другой — современный этап развития дорожной отрасли характеризуется цифровой трансформацией, где ключевую роль играют технологии искусственного интеллекта. Они постепенно внедряются в проектные и строительные практики, но пока ещё находятся в стадии поиска оптимальных решений, сопряжённых с рядом организационных и технических ограничений.

Обзор литературы и теоретические предпосылки

За последние годы в России и за рубежом опубликовано немало работ, посвящённых цифровизации дорожной отрасли. Так, в исследованиях зарубежных коллег показано, что использование машинного обучения в сочетании с геоинформационными системами позволяет повышать точность трассировки и учитывать большое количество пространственных параметров [2]. В отечественной литературе отмечается, что применение ИИ на ранних стадиях проектирования способствует ускорению анализа исходных данных, но требует качественных баз геоданных и хорошо структурированных нормативов.

Отдельное направление связано с концепцией цифровых двойников (digital twins). В исследованиях специалистов подчёркивается, что цифровые двойники дорожных объектов могут использоваться не только на стадии проектирования, но и для управления эксплуатацией. Однако внедрение таких

систем требует значительных финансовых вложений и междисциплинарного подхода [3].

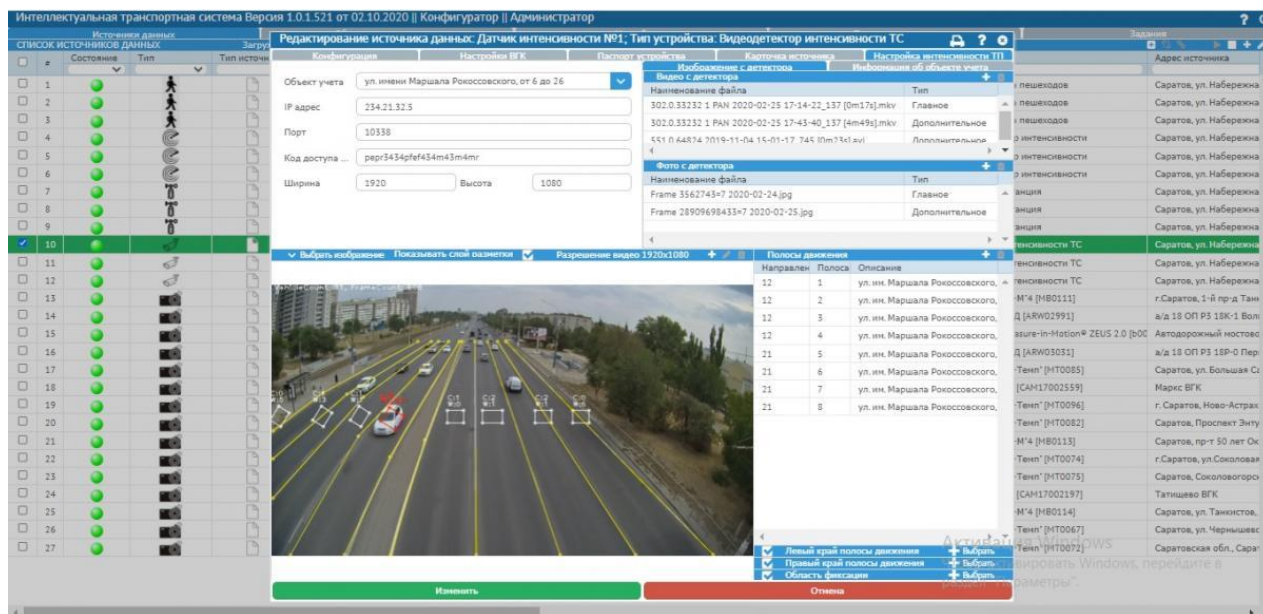


Рисунок 1 - Пример обследования цифрового двойника дороги с помощью ПО Rainbowsoft

Таким образом, теоретическая база для применения ИИ в дорожном проектировании существует, но в большинстве публикаций речь идёт либо о частных случаях, либо о концептуальных подходах. Недостаточно представлено именно сопоставление временных характеристик традиционного и инновационного методов, что и определяет новизну данного исследования.

Методология исследования

В качестве основы анализа была использована сравнительная таблица, отражающая ключевые этапы проектирования автомобильных дорог в традиционном и цифровом исполнении. Основными критериями оценки стали:

- длительность выполнения этапа (в рабочих днях);
- характер выполняемых работ (ручной, автоматизированный);
- уровень автоматизации ;
- процент сокращения трудозатрат и времени.

Следует отметить, что данные по срокам основаны на обобщённой практике проектных организаций в проектировании 1 километра автомобильной дороги. Показатели при использовании ИИ носят оценочный характер и основаны на пилотных проектах, в том числе с применением ГИС-платформ и специализированных алгоритмов оптимизации. Это создаёт определённые ограничения: результаты нельзя напрямую переносить на все проекты без учёта особенностей конкретной территории, качества исходных данных и уровня цифровизации проектной организации.

Сравнительный анализ проведён по шести ключевым этапам проектирования:

1. Сбор и анализ исходных данных;

2. Трассировка;
3. Цифровая модель местности;
4. Расчёт параметров дороги;
5. Подготовка текстовой и графической документации;
6. Оптимизация проекта.

Таблица 1 - Сравнительный анализ традиционного метода и метода с использованием ИИ для подготовки проектной документации [4]

Этап проекта	Традиционный метод		С использованием ИИ		Трудозатраты с исп-ем ИИ	Время с исп-ем ИИ
	дн	выполненные работы	дн	выполненные работы		
Сбор / анализ исходных данных	7	ручной анализ геоданных и карт, проверка нормативов	4	автоматизированный анализ с ГИС и ИИ	-40%	-40%
Трассировка	5	ручная работа инженера	3	генерация вариантов с ИИ, оптимизация трассировки	-40%	-40%
Цифровая модель местности	1	использование спец. ПО	0,5	с использованием инструментов ИИ	-50%	-50%
Расчет параметров дороги	1	использование спец. ПО	1	с использованием инструментов ИИ	0%	0%
Текстовая и графическая документация	14 - 21	составление чертежей и отчетов вручную	7	генерация спецификаций, объемов, текстовых документов	-50%	-50%
Оптимизация проекта (корректировка)	7	корректировки вручную	5	с использованием инструментов ИИ	-30%	-30%
Общий срок проектирования	35-42		21		-50%	

Сбор и анализ исходных данных. Традиционно данный этап занимал значительное время — порядка 7 дней. Основные работы включали ручной анализ геодезических данных, картографических материалов и проверку нормативной документации. Этот процесс зависел от квалификации специалиста и сопровождался высокой вероятностью ошибок.

Использование ИИ и ГИС позволяет ускорить большую часть операций: система формирует структурированную базу исходных параметров. В результате продолжительность этапа сокращается до 4 дней, что эквивалентно экономии времени на 40%. Более того, качество анализа повышается за счёт комплексной обработки большего количества данных.

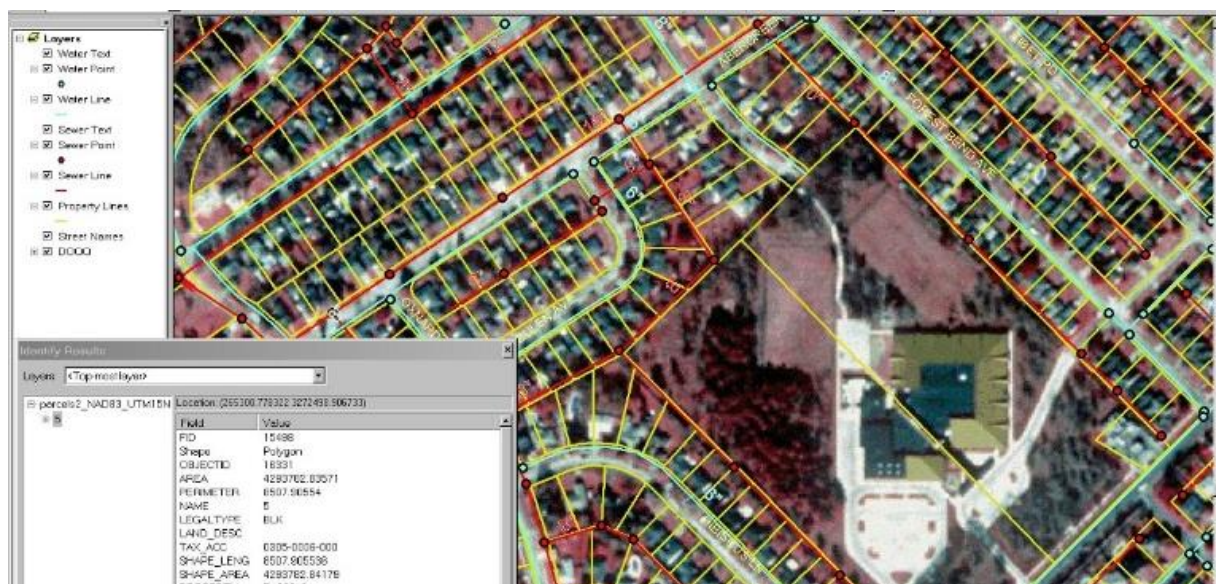


Рисунок 2 - ГИС в части инженерных сетей на карте местности

Трассировка. В классическом подходе инженер вручную проектировал возможные варианты трассы, что занимало 5 дней. Такой процесс ограничивал количество рассматриваемых вариантов и мог приводить к не оптимальным решениям. ИИ обеспечивает автоматическую оптимизацию, анализируя наиболее рациональные варианты. Время выполнения этапа сокращается до 3 дней (экономия 40%), при этом качество решений повышается благодаря многовариантности анализа.

Цифровая модель местности. Создание цифровой модели местности является важным этапом проектирования, обеспечивающим визуализацию рельефа и привязку проектных элементов. При традиционном подходе с использованием специализированного ПО на выполнение задачи требовался один день. Применение ИИ позволяет сократить продолжительность до 0,5 дня (сокращение на 50%). Автоматизированная обработка облаков точек и спутниковых данных повышает точность модели и ускоряет её интеграцию в проектную документацию.

Расчёт параметров дороги. В обоих подходах длительность данного этапа составляет 1 день. Однако при использовании ИИ расчёт параметров покрытия осуществляется без использования стороннего ПО.

Решение инженерных задач с помощью ИИ

ИИ способен выполнять расчеты и генерировать отчеты по заданным формулам.

Формула: $R_{min} = \frac{V_{расч}^2}{127(\mu + i_n)}$

Исходные данные:

- Скорость $V_{расч} = 60$ км/ч
- Коэффициент поперечной силы $\mu = 0.15$
- Поперечный уклон $i_n = 0.04$

Расчет:

$$R_{min} = \frac{60^2}{127 \times (0.15 + 0.04)}$$

Выполним вычисление.

Минимальный радиус кривой R_{min} составляет примерно 149.19 м. [↗]

Сделай расчет по данной формуле. Запроси у меня исходные данные которые потребуются

Для выполнения расчета по формуле мне потребуются следующие исходные данные:

- Расчетная скорость ($V_{расч}$), км/ч
- Поперечный уклон проезжей части (i_n), в долях (например, 0.02 для 2%)

Пожалуйста, укажите значения этих параметров.

$V_{расч}=60$ км/ч
 $i_n=0.04$

+

Поиск

Спросите что-нибудь...

+

Поиск

Рисунок 3 - Пример выполнения расчета параметров дороги с помощью ИИ

Подготовка текстовой и графической документации. Традиционно подготовка чертежей, схем и пояснительных записок занимала от 14 до 21 дня. Этот процесс требовал значительных усилий инженеров и сопровождался высокой вероятностью ошибок при ручном вводе данных. Применение ИИ обеспечивает автоматизированную генерацию текстовой и табличной документации. Время выполнения этапа сокращается до 7 дней, что соответствует экономии до 50%. Дополнительным преимуществом является возможность быстрого внесения корректировок.

Оптимизация проекта. Заключительный этап проектирования связан с внесением корректировок, пересчётом параметров и устранением несоответствий. При традиционном подходе на это уходило до 7 дней.

Использование ИИ позволяет выполнять автоматизированный анализ ошибок и генерировать предложения по корректировке проекта. Время выполнения этапа снижается до 5 дней (экономия 30%).

Выводы

Общий срок проектирования при традиционном методе составлял от 35 до 42 дней. При использовании ИИ продолжительность всех этапов снижается до 21 дня. Таким образом, достигается сокращение сроков более чем на 50%.

Кроме того, использование ИИ обеспечивает:

- снижение влияния человеческого фактора;
- повышение качества проектных решений;
- многовариантный анализ проектируемого объекта;
- автоматическую интеграцию изменений в документацию.

Результаты исследования подтверждают высокую эффективность внедрения ИИ в дорожное проектирование. В перспективе данные технологии могут быть интегрированы с концепцией «цифрового двойника» дороги, позволяющего не только проектировать, но и управлять объектом на протяжении всего жизненного цикла.

Применение ИИ открывает возможности для:

- интеграции проектирования в единую информационную среду;
- прогнозирования транспортных потоков;
- адаптации дорожной сети к изменениям климата;
- сокращения издержек на эксплуатацию и ремонт.

Внедрение ИИ в дорожное проектирование также способствует реализации государственной стратегии цифровой экономики и формированию «умных» транспортных систем [5].

Заключение

Сравнительный анализ традиционных и инновационных методов проектирования автомобильных дорог показал, что использование технологий искусственного интеллекта позволяет сократить сроки выполнения работ более чем на 50% и повысить качество проектных решений. ИИ обеспечивает автоматизацию рутинных операций, расширяет возможности многовариантного анализа и снижает влияние человеческого фактора. Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка комплексных систем управления жизненным циклом транспортной инфраструктуры, включающих цифровые двойники, предиктивную аналитику и интеграцию с «умными городами».

Список источников

1. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года [Электронный ресурс]. URL: <https://rosavtodor.gov.ru/docs/transportnaya-strategiya-rf-na-period-do-2030-goda-s-prognozom-na-period-do-2035-goda>.
2. Amankulova, N., Molmakova, M., & Karimova, G. Artificial Intelligence and Geoinformation Systems. Bulletin of Science and Practice, 9(11) – 2023. С. 278-287.
3. Arup. Integrated Network Management Digital Twin. Economic Benefits Analysis Project. Executive Brief – 2024.
4. Богуславский Л.А. Использование искусственного интеллекта в контексте проектирования автомобильных дорог // Материалы VI международной научно-технической конференции «Физика материалов, конструкции и технологии в строительстве и промышленной инженерии MPCPE-2025» – 2025.
5. Bokhari S.A.A., Myeong S. Use of Artificial Intelligence in Smart Cities for Smart Decision Making: A Social Innovation Perspective // Sustainability. – 2022. – Т. 14, № 3. – С. 620-636.

© Богуславский Л.А., Проваторова Г.В., 2025

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ЭЛЕМЕНТ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ НА РЫНКЕ ТРУДА

Елена Владимировна Болдумак, преподаватель

Пугачевский гидромелиоративный техникум имени В.И. Чапаева - филиал
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования Саратовский государственный университет генетики,
биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, Россия,
boldumak2013@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются элементы цифровых технологий в
управлении производством

Ключевые слова: Гиганомика, цифровизация, цифровые технологии,
цифровая трансформация, ГИС-технологии, беспилотные системы

Для цитирования: Болдумак Е.В. Цифровые технологии как элемент
конкурентоспособности на рынке труда // Основы рационального
природопользования: материалы XI Национальной конференции с
международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет,
2025.С.113

Review dictum

DIGITAL TECHNOLOGIES AS AN ELEMENT OF COMPETITIVENESS IN THE LABOR MARKET

Elena Vladimirovna Boldumak, teacher

Pugachev Hydro- hydromeliorative Collegii nomine post V. I. Chapaev- ramus
Foederati Statu Budgetary Educationis Institutum superiorum Saratov State
University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov,
Россия, boldumak2013@yandex.ru

Annotation. The article discusses the elements of digital technologies in
production management

Keywords: Gig economy, digitalization, digital technologies, digital
transformation, GIS technologies, unmanned systems

For citation: Boldumak E. V. Digital technologies as an element of
competitiveness in the labor market // Fundamentals of rational nature management:
proceedings of the XI National Conference with International Participation – Saratov:
Vavilov University, 2025. P.113

Сегодня цифровая трансформация затрагивает не только бизнес. Ее проведение заложено в состав крупнейших нацпроектов, например, «Цифровой экономики» и «Экономики данных». Инициатива должна повысить качество государственных услуг и сделать их доступнее для граждан. Она также облегчит взаимодействие коммерческих компаний и предпринимателей с госструктурами, ускорит и упростит многие процессы, от лицензирования до уплаты налогов и взносов. [4] В России национальная цифровая трансформация (НЦТ) должна быть проведена до 2030, согласно указу Президента №309 от 7 мая 2024 г. [1]

Цифровизация– диффузия сквозных цифровых технологий в бизнес-процессы, процессы жизни общества. На практике это выглядит так, например

Интеллектуальная технология управления геотехнологическим предприятием «Умный полигон»

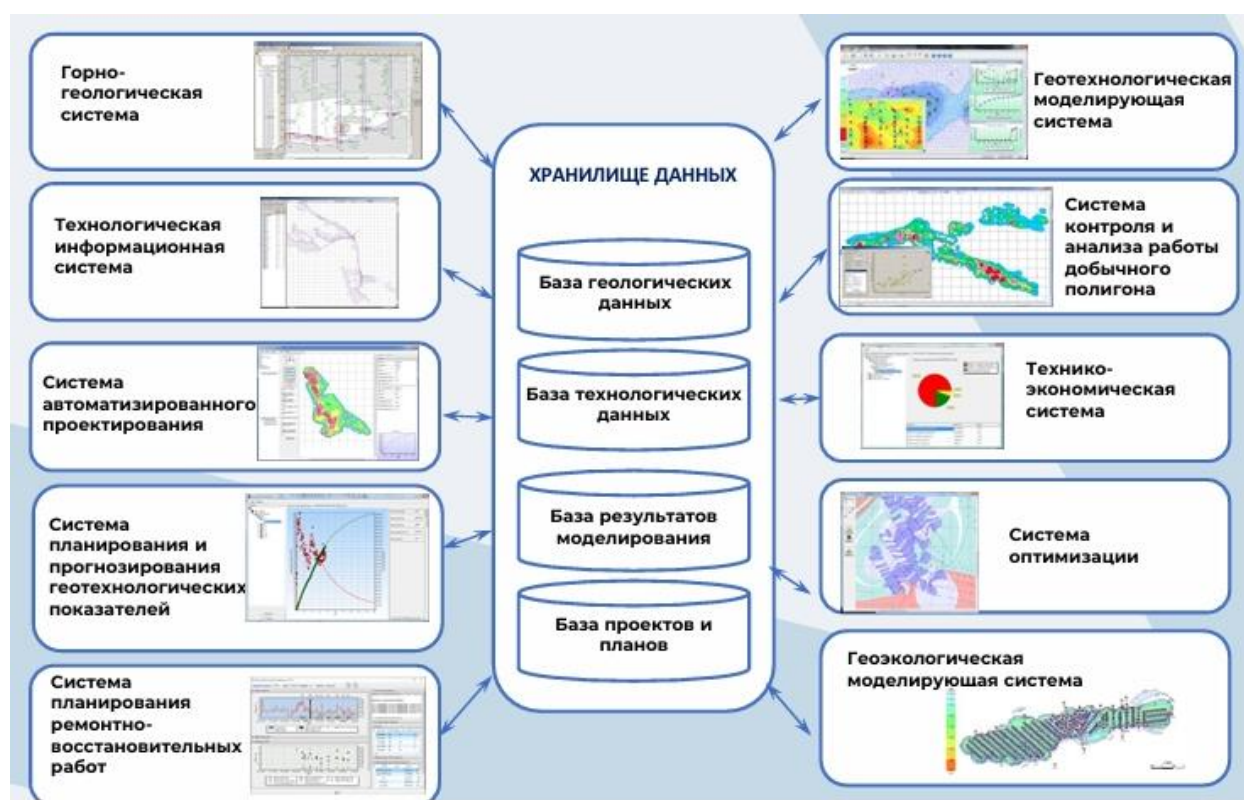


Рисунок 1 Интегрированный программный комплекс

Президент России Владимир Путин заявил, что цифровые технологии нужно внедрять в управление, чтобы повысить производительность труда.

«Я подчеркну, с учётом демографических вызовов, с которыми мы столкнулись, высокой потребности, а если говорить прямо - дефицита кадров, для нас критически важно кардинально повысить производительность труда. Одна из ключевых задач. А это означает внедрение цифровых технологий в управление, рост энергии и ресурсов эффективных экономических предложений и реализации таких предложений, сквозную модернизацию промышленных мощностей, их роботизацию и автоматизацию», - сказал он в ходе послания Федеральному собранию. [5]

Путин добавил, что к 2030 году по числу промышленных роботов Россия должна войти в число 25 ведущих стран мира.

Цифровая трансформация приводит к созданию «бесконечного количества» новых рабочих мест. Работу у людей не смогут отнять даже роботы, уверен спецпредставитель президента РФ Дмитрий Песков.

Внедрение цифровых технологий в разные сферы жизни способствует росту, а не сокращению рабочих мест. А виртуальные миры - или «метавселенные», выстраиванием которых увлечены некоторые IT-гиганты, - открывают дорогу безграничным возможностям для трудоустройства. [6]

Такое мнение, выступая в рамках просветительского марафона «Новые горизонты», высказал Дмитрий Песков - спецпредставитель президента РФ по вопросам цифрового и технологического развития.

Таким образом, гигономика (англ. *hygonomics*), гиг экономика (англ. *gig economy*), по мнению Л.В.Лapidус - это новая социально-экономическая модель, основанная на всеобщем распространении новых видов частичной занятости и краткосрочных трудовых контрактов за счет замещения долгосрочных трудовых отношений с работодателем, полагаю внедрится не скоро. Также гигономика— это социально-экономическая модель совместного использования трудовых ресурсов/профессиональных навыков при условии, что работник может одновременно совмещать сразу несколько должностей в разных компаниях, расположенных в любой точке мира посредством цифровых (электронных) сервисов. [3. с.23]

К основным методам сбора информации для целей управления земельными ресурсами относят: съемки и обследования; запрос данных; расчет и моделирование данных; анкетирование и опрос; испытания системы («пилот-проекты»). Для эффективного использования того или иного информационного ресурса необходимо информировать о нем потенциальных пользователей. Дополнительно необходимы разъяснения о составе предоставляемых сведений, о порядке доступа ресурсу. Таким образом, большое значение имеет организация информационных массивов.

ГИС-технологии в земельном кадастре описывают местоположение физических объектов, описанных и перенесенных в цифровой формат в виде векторных или растровых данных.

Растровые данные получают в ходе дистанционного зондирования, проводимого с помощью спутников, самолетов или беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Далее полученные цифровые изображения могут быть использованы для дешифрирования. Растровое изображение представляет собой набор пикселей в строках и столбцах.

Использование ГИС-технологий в управлении земельными ресурсами на региональном, муниципальном и федеральном уровнях дает возможность получать наглядную информацию о местоположении того или иного объекта, а также анализировать полученные данные для оценки эффективности использования земель. На основе ГИС-технологий ведется современный земельный кадастр. Применение ГИС позволяет решать многие

землеустроительные задачи быстрее и эффективнее. Специальные средства дают возможность проводить аналитическую обработку данных, моделируя различные события антропогенного или природного происхождения.

В настоящее время в РФ с помощью ГИС-технологий ведется база данных, федеральная информационная система, содержащая актуальные сведения об объектах недвижимости, реестре прав, ограничений и обременений и объектах реестра границ - Единый государственный реестр недвижимости.

Развитие технологий в сфере беспилотных систем (БАС) сталкивается с вызовами будущего, которые связаны с технологическими улучшениями, расширением сфер применения, вопросами регулирования и подготовкой кадров. Эти вызовы требуют решения, чтобы технологии могли трансформировать различные отрасли и обеспечить их эффективное использование. Отрасль беспилотников демонстрирует один из самых высоких темпов роста по всему миру.

Беспилотные технологии для горнодобывающих предприятий. Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) на сегодняшний день возможно при выполнении практически всех видов инженерных изысканий. И, безусловно, эта технология значительно облегчает и ускоряет многие работы. Датчики на базе дронов обеспечивают преимущества на каждом этапе горнодобывающей промышленности. Дроны, оснащенные датчиками, решают повседневные задачи в горной и геологоразведочной отрасли до 10 раз быстрее, до 70% дешевле и с меньшим риском, чем традиционные методы. [2. с.3]

Результаты изысканий с БПЛА можно просматривать, обрабатывать и интерпретировать в стандартных геологоразведочных и горных программах, которые обычно есть у ИТР. То есть вы получаете полный массив данных и удобные инструменты для контроля и анализа этих данных.

Например, в современных платформах, созданных для просмотра результатов аэро-мониторинга, есть такие функции, как:

- просмотр результатов изысканий в удобной форме (топографические планы и ЦММ, геологические планы, разрезы по скважинам, 3D модели среды),
- сравнение съемки с проектной моделью, сравнение съемки с проектными планами, динамическая картограмма разработки (изменяющаяся по данным каждой съемки),
- сравнение съемки с цифровой моделью объекта (BIM-моделью).

Прежде чем начать проектирование и строительство любого объекта, заказчику необходимо выбрать и оценить территории, на которых планируется развернуть работы. Для этого заказчик проводит два вида работ: исследование инвестиционной привлекательности и пред-проектные исследования. Чтобы провести пред-проектные исследования и рекогносцировку объекта, особенно большой площади, компаниям приходится тратить время и ресурсы (например, топливо) только ради того, чтобы узнать реальное состояние площадей исследования, подъездных дорог и других прилегающих территорий. Благодаря БПЛА провести исследования можно в несколько раз быстрее и получить актуальные и точные данные. А по полученным с БПЛА данным можно

эффективно строить стратегию любых дальнейших изысканий. Топографическая съемка с помощью БПЛА значительно быстрее и эффективнее традиционных геодезических методов. При традиционном подходе только непосредственная полевая работа занимает не менее двух недель, а то и больше, в зависимости от площади объекта. БПЛА решает данный цикл задач за 2-4 дня. При этом получается отличное изображение высокого разрешения, а также точная цифровая модель местности, которая охватывает не только те места, куда смогли дойти геодезисты, но и области, куда дойти физически невозможно, например, болота, ледники, участки с поваленными деревьями и прочие.

Список источников

1. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. №309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»-//Режим доступа <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408892634/> (дата обращения: 23.10.2025).
2. Баранович, А. Ю. Использование ГИС-технологий в управлении земельно-имущественными комплексами / А. Ю. Баранович, Л. С. Чичкало. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2023. — № 50 (497). — С. 8-10. — URL: <https://moluch.ru/archive/497/109197/>.
3. Лapidус Л.В., Полякова Ю.М. Гигономика: новые возможности для цифровой трансформации бизнеса в условиях высокой турбулентности цифровой среды // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2022. № 5. С. 23-46. DOI: https://doi.org/10.52180/2073-6487_2022_5_23_46
4. <https://www.kt-team.ru/blog/russian-digital-transformation-2025-strategy-challenges-prospects>
5. <https://ria.ru/20240229/putin-1930212341.html>
6. <https://www.vesti.ru/article/2747488>

© Болдумак Е.В., 2025

Научная статья
УДК 631.6

АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ОБЛАСТИ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Александр Владимирович Болдырев, магистр 3 курса М-ПВ-31¹

Ирина Игоревна Демакина, к.с.-х.н., доцент²

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

¹ boldyrev1997@icloud.com

² demakina2015@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные цели и задачи природообустройства и водопользования и способы их решения с помощью ГИС систем.

Ключевые слова: природообустройство и водопользование, ГИС, водоохранная зона, прибрежная защитная полоса, мелиорация, районирование.

Для цитирования: Болдырев А.В., Демакина И.И. Актуальные аспекты использования геоинформационных систем в природообустройстве и водопользовании // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.118

Original article

ACTUAL ASPECTS OF USING GEOINFORMATION SYSTEMS IN THE FIELD OF NATURE MANAGEMENT AND WATER USE

Alexander Vladimirovich Boldyrev, Master of the 3rd year M-PV-31¹

Irina Igorevna Demakina, PhD in Agriculture, Associate Professor²

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

¹ boldyrev1997@icloud.com

² demakina2015@yandex.ru

Abstract. This article discusses the main goals and objectives of environmental management and water use, as well as the methods of solving them using GIS systems.

Keywords: environmental management and water use, GIS, water protection zone, coastal protection zone, land reclamation, zoning.

For citation: Boldyrev A.V., Demakina I.I. Current Aspects of Using Geoinformation Systems in Environmental Management and Water Use // Fundamentals of Sustainable Environmental Management: Proceedings of the 11th

Общие понятия о природообустройстве и водопользовании

В современном мире информационные технологии играют огромную роль. С данной областью знаний имеет точки соприкосновения практически любая наука. Не является исключением и природообустройство и водопользование.

Природообустройство и водопользование - это область науки и техники, занимающаяся целенаправленным изменением свойств природных объектов и имеющая своей целью повышение их стоимости, эффективности использования ресурсов, устойчивости и экологической безопасности, с полным учетом требований охраны природы [1].

Основными целями и задачами являются:

- рекультивация земель;
- регулирование характеристик микроклимата;
- восстановление водных объектов;
- природоохранное обустройство территорий;
- защита от стихийных бедствий;
- инженерное обустройство территорий.

Для решения данных задач природообустройства и водопользования можно использовать геоинформационные системы (ГИС).

ГИС

Геоинформационные системы (ГИС) - класс информационных систем, построенных с учетом закономерностей геоинформатики (изучает природные и социально-экономические геосистемы при помощи компьютерного моделирования) и методов, применяемых в этой науке [2]. Переход проектировщиков на ГИС технологии определен высокой эффективностью последней. Управление, хранение и представление информации намного точнее, обработка и принятие решений – быстрее при использовании ГИС

При моделировании происходят следующие процессы: сбор первичной информации, моделирование данной информации, её обновление, обработка информации, формирования документов.

ГИС используются на различных уровнях – от масштаба целой страны, до города, района и улиц.

Области применения ГИС (рис.1).

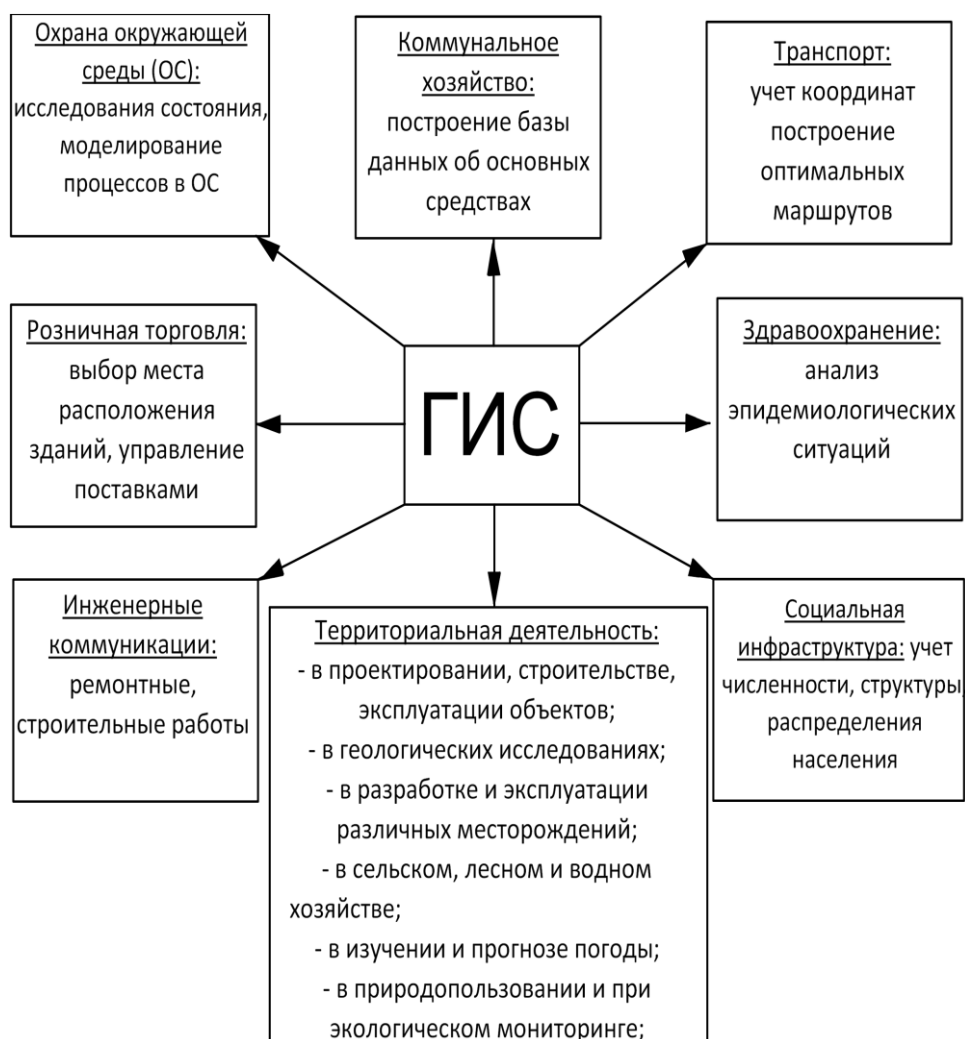


Рисунок 1 - Области применения ГИС

Решение задач природообустройства с помощью ГИС

У природообустройства и водопользования есть много целей и задач, их можно решить при помощи геоинформационных систем. Такой подход к решению намного более эффективный и менее трудозатратный.

Первая рассматриваемая задача – **«мелиорация»**.

Мелиорация – занимается целенаправленным улучшением земель различного назначения для повышения их потребительской стоимости. Мелиорация способствует сохранению и повышению плодородия почвы, росту урожайности и устойчивости земледелия [3].

Выделяют следующие виды мелиорации:

- орошение – направлено на ликвидацию недостатка вод в почве.
- осушение - направлено на удаление с территории избыточной влаги.

ГИС используется для: графической визуализации, анализа полученных данных об орошаемой территории.

В ГИС строятся следующие карты:

- Протяженности и состояния оросительной сети;
- Протяженности и состояния коллекторно-дренажной сети;
- Распространения грунтовых вод;

- Размещения водозаборов и насосных станций;
- Сети скважин, точек взятия проб;
- Территории орошаемой земли.

Кроме того, создается база данных промывок земель.

Выделение водоохранных зон (ВОЗ) и прибрежных защитных полос (ПЗП).

Водоохранная зона – территория, примыкающая к береговой линии водного объекта, и на которой устанавливается специальный режим природопользования в целях не допущения засорения, заиления водных объектов и истощения водных ресурсов. [3]

Причиной выделения ВОЗ является то, что предприятия и заводы сбрасывают свои отходы в воду водного объекта, загрязняют прилегающую территорию и снижают качество воды. Для улучшения санитарно-гигиенического состояния водных объектов прибегают к выделению водоохранных зон. Выделенные ВОЗ и ПЗП становятся объектами рекреационного назначения.

Необходимо определить оптимальную ширину ВОЗ, которая обеспечит наилучшую её функциональность. Наилучшим для определения оптимальной ширины является ландшафтно-гидрологический подход, который учитывает и нормативно-правовые документы, и корректирует их в зависимости от условий формирования стока. Определение ширины ВОЗ может производиться с помощью метода «пластики рельефа» водосборных бассейнов.

В ГИС проводятся автоматизированные расчеты направлений поверхностного стока, длины и конфигурации стокоформирующих поверхностей, определяется гранулометрический состав почв, ширина и профиль речных долин. На основе расчетов создаются базы данных, характеризующие условия формирования поверхностного стока.

Следующей задачей является ***«районирование территории»*** - деление территории на части (районы), различающиеся между собой.

Функцией районирования является упорядочивание информации о территории и синтез информации для её более глубокого понимания и выработки целостного представления о районах;

Районирование необходимо при разработке мероприятий для рационального использования водных ресурсов.

Использование ГИС-технологии обеспечивает:

- построение карты местности для определения и представления границ выделенных районов;
- проведение пространственно-временного анализа с целью определения последствий хозяйственной или иной деятельности на выделенной территории, определение очагов загрязнения и т.д.;
- установление взаимосвязей между явлениями, происходящими на рассматриваемой территории;
- моделирование и прогнозирование развития тех или иных процессов. [6]

Последней рассматриваемой задачей является ***«оценка современного***

состояния территории».

Современное состояние - свойства компонентов окружающей среды, обусловленные местными природными и техногенными условиями и определяющими степень благоприятности жизнедеятельности человека. [7]

ГИС позволяют:

- Описать процессы, происходящие на рассматриваемой территории и определить причины, приведшие к современному состоянию.
- Смоделировать механизмы этих процессов, спрогнозировать дальнейшее изменения состояния, установить предельно допустимые показатели.
- Обосновать методы оценки состояния окружающей среды.
- Создать карту, характеризующую состояние территории, показывающую очаги загрязнения, определяющую пути распространения загрязнений, определяющую наиболее благоприятные районы для жизнедеятельности людей.

Заключение:

ГИС представляют данные в электронном виде, позволяют проводить быстрый анализ и оценку информации, в них возможно выполнить качественное представление информации. Многопользовательский доступ помогает работать над одним проектом нескольким людям, находящимся в различных местах. Сокращая камеральную работу проектировщиков, системы быстро справляются с необходимой работой.

ГИС позволяют следить за состоянием воздушной, водной и других сред, проводить районирование по качественному и количественному загрязнению среды, определять допустимые показатели, рассчитывать платежи за пользование ресурсами. Выявлять и анализировать основные причины загрязнения, определять их источники.

Список источников

1. Демакина, И. И. Геоинформационное обеспечение агропромышленного комплекса Саратовской области / И. И. Демакина, Б. В. Фисенко, И. А. Сметанин // Аграрный научный журнал. – 2025. – № 4. – С. 4-8. – DOI 10.28983/asj.y2025i4pp4-8. – EDN IUBETV.
2. Горюнова, А. А. Геоинформационные системы при мониторинге водных ресурсов на территории Саратовской области / А. А. Горюнова, И. И. Демакина, Б. В. Фисенко // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения : Материалы XIV Национальной конференции с международным участием, Саратов, 25–26 апреля 2024 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2024. – С. 281-285. – EDN KTVMKG.
3. Чумакова, П. А. Применение геоинформационных технологий в природообустройстве (на примере Саратовской области) / П. А. Чумакова, И. И. Демакина, Б. В. Фисенко // Современные проблемы и перспективы развития

строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения : Материалы XIV Национальной конференции с международным участием, Саратов, 25–26 апреля 2024 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2024. – С. 423-428. – EDN AJMPFF.

4. Геоинформационная система водопользования Саратовской области / И. И. Демакина, Б. В. Фисенко, Р. В. Дергай, И. Хамуш // Правовые, экономические и экологические аспекты рационального использования земельных ресурсов : VIII Международная научно-практическая конференция, Саратов, 26 мая 2023 года. – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2023. – С. 147-152. – EDN ATRWAT.

© Болдырев А.В., Демакина И.И., 2025

Научная статья
УДК 621

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА

Ангелина Юрьевна Валиева, студент 3 курса Б-ПВ-301¹

Ирина Игоревна Демакина, к.с.-х.н., доцент²

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

¹linasiraeva7@gmail.com

²demakina2015@yandex.ru

Аннотация. В статье приводится анализ основных целей и задач в сфере природообустройства, а также предложены пути их реализации с использованием геоинформационных систем (ГИС).

Ключевые слова: Природообустройство, ГИС, водоохранная зона, прибрежная защитная полоса, мелиорация, районирование.

Для цитирования: Валиева А.Ю., Демакина И.И., Применение ГИС-технологий в области природообустройства // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.123

APPLICATION OF GIS TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF NATURE MANAGEMENT

Angelina Yurievna Valieva¹, 3rd year student B-PV-301¹

Irina Igorevna Demakina, PhD in Agriculture, Associate Professor²

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

¹linasiraeva7@gmail.com

²demakina2015@yandex.ru

Abstract. The article provides an analysis of the main goals and objectives in the field of environmental management, and also suggests ways to implement them using geoinformation systems (GIS).

Keywords: Environmental management, GIS, water protection zone, coastal protective strip, land reclamation, zoning.

For citation: Valieva A.Yu., Demakina I.I., Application of GIS Technologies in the Field of Environmental Management // Fundamentals of Sustainable Environmental Management: Proceedings of the 11th National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.123

Информационные технологии стали неотъемлемой частью научного прогресса, и природообустройство с водопользованием — одни из многих областей, где их применение открывает новые возможности.

Природообустройство и водопользование — это область науки и техники, занимающаяся целенаправленным изменением свойств природных объектов и имеющая своей целью повышение их стоимости, эффективности использования ресурсов, устойчивости и экологической безопасности, с полным учетом требований охраны природы [1].

Геоинформационные системы (ГИС) помогают решать основные задачи в области природообустройства и водопользования. Геоинформационные технологии помогают определить оптимальное использование земельных участков, позволяя учитывать такие факторы, как тип почвы, рельеф местности, климатические условия и доступность водных ресурсов [2].

Геоинформационные системы (ГИС) — это специализированные информационные системы, работающие с пространственными данными. В их основе лежат методы геоинформатики, которая занимается компьютерным моделированием природных и социально-экономических систем.

Высокая эффективность ГИС объясняет их широкое внедрение в работу проектировщиков: эти системы обеспечивают повышенную точность управления, хранения и представления информации, а также ускоряют анализ и принятие решений. Это позволяет перейти от интуитивных решений к обоснованным, основанным на актуальных и комплексных данных. Например, с

помощью ГИС можно смоделировать зоны затопления при паводке, оптимизировать маршруты транспорта или определить наилучшие места для размещения новых объектов.

Работа с ГИС включает полный цикл: от сбора и моделирования первичных данных до их обновления, обработки и формирования итоговых документов. На каждом этапе ГИС служит мощным инструментом для преобразования сырых данных в ценную информацию, пригодную для анализа и принятия управленческих решений. Ключевыми технологическими преимуществами при этом являются возможность сложного пространственного анализа (наложение слоев), создание тематических карт и 3D-моделей, а также интеграция данных из разнородных источников.

Масштаб применения ГИС крайне широк — от уровня целой страны до отдельного города, района или даже улицы. На каждом уровне система решает свой круг задач: на государственном — это мониторинг ресурсов и стратегическое планирование, на муниципальном — управление коммунальным хозяйством и градостроительство, а на локальном — детальное проектирование территории.

Области применения геоинформационных систем показаны на рисунке 1.

Ключевые задачи в сфере природообустройства и водопользования находят эффективное решение благодаря применению геоинформационных систем (ГИС). Этот современный подход обеспечивает значительное повышение точности планирования и снижение трудозатрат по сравнению с традиционными методами. Возможность ГИС интегрировать разрозненные пространственные данные, проводить комплексный анализ и моделировать различные сценарии делает их незаменимым инструментом для устойчивого управления природными ресурсами.



Рисунок 1 - Применения ГИС в природообустройстве

Ярким примером успешного применения технологий является мелиорация — комплекс мероприятий, направленный на коренное улучшение земель для повышения их продуктивности и экологической устойчивости. Как научно-практическая деятельность, мелиорация способствует сохранению и повышению плодородия почв, что напрямую влияет на рост урожайности сельскохозяйственных культур и стабильность агроэкосистем [3]. В рамках мелиоративных изысканий ГИС используются для решения двух основных типов задач: орошения, устраняющего дефицит влаги в засушливых регионах, и осушения, регулирующего водный режим на переувлажненных территориях.

Использование ГИС-технологий кардинально преобразует процесс мелиоративного проектирования. С их помощью осуществляется пространственный анализ и наглядная визуализация ключевых параметров территории. Так, инструменты геостатистического анализа позволяют с высокой точностью идентифицировать зоны с критическим уровнем грунтовых вод, требующие осушения, или выявить участки с наибольшим дефицитом влаги для приоритетного орошения. На основе этих данных формируется комплекс взаимосвязанных картографических материалов, отражающих состояние мелиоративной инфраструктуры, динамику грунтовых вод и границы мелиорируемых массивов (рисунок 2).

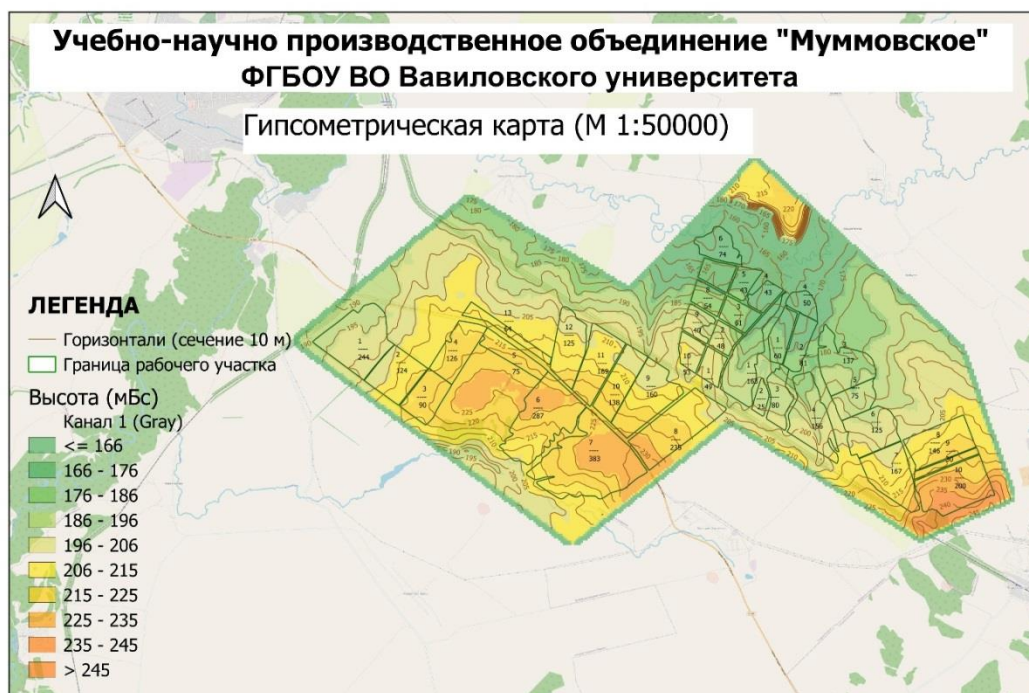


Рисунок 2 -Гипсометрическая карта УНПО «Муммовское»

Ценность ГИС не ограничивается картографированием. На их основе создаются динамические базы данных, которые систематизируют всю историю мелиоративных мероприятий, включая проведенные промывки земель и

мониторинговые наблюдения. Такой комплексный подход позволяет не только автоматизировать сбор и хранение информации, но и моделировать долгосрочные последствия управленческих решений, таких как изменение режима орошения или строительство новых дренажных систем. В итоге это приводит к научно обоснованной оптимизации водных и земельных ресурсов, минимизируя экологические риски и обеспечивая устойчивое развитие аграрного сектора.

Выделение водоохранных зон (ВОЗ) и прибрежных защитных полос (ПЗП).

Водоохранная зона – территория, примыкающая к береговой линии водного объекта, и на которой устанавливается специальный режим природопользования в целях не допущения засорения, заиления водных объектов и истощения водных ресурсов.

Причиной выделения ВОЗ является то, что предприятия и заводы сбрасывают свои отходы в воду водного объекта, загрязняют прилегающую территорию и снижают качество воды. Для улучшения санитарно-гигиенического состояния водных объектов прибегают к выделению водоохранных зон. Выделенные ВОЗ и ПЗП становятся объектами рекреационного назначения.

Необходимо определить оптимальную ширину ВОЗ, которая обеспечит наилучшую её функциональность. Наилучшим для определения оптимальной ширины является ландшафтно-гидрологический подход, который учитывает и нормативно-правовые документы, и корректирует их в зависимости от условий формирования стока. Определение ширины ВОЗ может производиться с помощью метода «пластики рельефа» водосборных бассейнов.

В ГИС проводятся автоматизированные расчеты направлений поверхностного стока, длины и конфигурации сток формирующих поверхностей, определяется гранулометрический состав почв, ширина и профиль речных долин. На основе расчетов создаются базы данных, характеризующие условия формирования поверхностного стока. Следующей задачей является «районирование территории» – деление территории на части (районы), различающиеся между собой.

Функцией районирования является упорядочивание информации о территории и синтез информации для её более глубокого понимания и выработки целостного представления о районах;

Районирование необходимо при разработке мероприятий для рационального использования водных ресурсов.

Использование ГИС-технологий открывает широкие возможности для комплексного анализа территорий. Прежде всего, оно позволяет создавать детальные карты местности, что необходимо для точного определения и визуального представления границ исследуемых районов. На основе этих данных становится возможным проведение пространственно-временного анализа, направленного на оценку последствий хозяйственной деятельности, выявление очагов загрязнения и установление взаимосвязей между различными

явлениями на территории. Кроме того, ключевым преимуществом ГИС является способность к моделированию и прогнозированию развития природных и антропогенных процессов, что обеспечивает научную основу для принятия управленческих решений.

Важнейшей задачей, решаемой с помощью ГИС, является оценка современного состояния территории. Под этим понятием подразумеваются свойства компонентов окружающей среды, которые складываются под влиянием местных природных и техногенных условий и определяют степень благоприятности территории для жизнедеятельности человека. ГИС позволяют провести всесторонний анализ, описывая текущие процессы и выявляя причины, приведшие к существующему положению дел. На следующем этапе система даёт возможность смоделировать механизмы этих процессов, спрогнозировать дальнейшие изменения и установить предельно допустимые антропогенные нагрузки. Полученные результаты служат основой для обоснования методов экологической оценки. Итогом работы становится создание комплексной тематической карты, которая наглядно характеризует состояние территории, отображает очаги и пути распространения загрязнений, а также выделяет зоны, наиболее благоприятные для проживания и хозяйственного использования.

Заключение. Геоинформационные системы (ГИС) являются эффективным инструментом для решения задач в сфере экологии и природопользования. Они обеспечивают сбор, анализ и визуализацию пространственных данных, что позволяет проводить экологический мониторинг, выявлять источники загрязнения и рассчитывать нормативные показатели.

Внедрение ГИС значительно повышает эффективность работы за счет автоматизации рутинных процессов и организации многопользовательского доступа. Это дает возможность специалистам работать согласованно над проектами из разных локаций и оперативно принимать обоснованные управленческие решения в области охраны окружающей среды.

Список источников

1. Зубрилов С.П. «Системная экология в природообустройстве и водопользовании» / издание пятое, исправленное и дополненное – Спб.: ФГОУ ВПО СПГУВК, 2007. – 231 с.
2. Демакина И. И., Фисенко Б. В., Сметанин И. А. Геоинформационное обеспечение агропромышленного комплекса Саратовской области // Аграрный с научный журнал. 2025. № 4. С. 4–8. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2025i4pp4-8>.
3. Чернышев А.В. «Перспективы развития мониторинга в мелиоративной оценке состояния орошаемых земель» [Электронный ресурс] // URL: <http://agronews.uz/ru/analitika/34-perspektivyrazvitiya-monitoringa-v-meliorativnoj-otsenke-sostoyaniya-oroshaemykh-zemel> (дата обращения: 05.09.2025).

© Валиева А.Ю, Демакина И.И., 2025

РОЛЬ ИТ В ЦИФРОВИЗАЦИИ И РОБОТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

Айсулу Мендибайкызы Гайнешова, м.т.н., старший преподаватель¹,
Дулат Урkenovich Максutow, студент 4 курса²

^{1,2}Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет,
г.Уральск, Казахстан.

¹Aisy_08@mail.ru

²Mdulat602@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается роль информационных технологий в цифровизации и роботизации процессов управления водными и земельными ресурсами на примере Казахстана. Описываются современные технологии мониторинга, обработки и анализа данных, а также примеры успешных проектов, реализуемых в стране. Особое внимание уделяется внедрению геоинформационных систем, сетей сенсоров и автоматизированных систем контроля, а также перспективам развития робототехники для повышения эффективности управления природными ресурсами.

Ключевые слова: Цифровизация, автоматизация, информационные технологии, геоинформационные системы, роботизация.

Для цитирования: Гайнешова А.М., Максutow Д.У. Роль ИТ в цифровизации и роботизации управления природными ресурсами// Основы рационального природопользования: материалы Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет. 2025. С.129

Original article

THE ROLE OF IT IN THE DIGITALIZATION AND ROBOTIZATION OF NATURAL RESOURCE MANAGEMENT

Aisulu Mendeibaykyzy Gaineshova, Master of Engineering Sciences, Senior Lecturer¹

Dulat Urkenovich Maksutov, 4th Year Student²

^{1,2}West Kazakhstan Innovation and Technology University, Oral, Kazakhstan

¹Aisy_08@mail.ru

²Mdulat602@gmail.com

Abstract. This article examines the role of information technologies in the digitalization and robotization of water and land resource management processes in Kazakhstan. It describes modern technologies for monitoring, data processing, and

analysis, as well as examples of successful projects implemented in the country. Special attention is paid to the implementation of geographic information systems, sensor networks, and automated control systems, as well as prospects for the development of robotics to enhance the efficiency of natural resource management.

Keywords: Digitalization, automation, information technologies, geographic information systems, robotization.

For citation: Gaineshova A.M., Maksutov D.U. The Role of IT in the Digitalization and Robotization of Natural Resource Management // Fundamentals of Rational Nature Management: Proceedings of the National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025. P.129

Введение. Управление водными и земельными ресурсами является одной из ключевых задач устойчивого развития Казахстана, страны с большим сельскохозяйственным потенциалом и значительными водными ресурсами, но при этом подверженной рискам засух и деградации земель. Вызовы, связанные с изменением климата, антропогенной нагрузкой и необходимостью обеспечения продовольственной безопасности, требуют применения современных технологий для эффективного контроля и рационального использования природных ресурсов.

Традиционные методы мониторинга и управления часто оказываются недостаточно оперативными и точными, что приводит к неэффективному использованию ресурсов, ухудшению экологической ситуации и экономическим потерям. В этом контексте цифровизация и роботизация процессов управления водными и земельными ресурсами на основе информационных технологий становятся приоритетным направлением государственной политики и научных исследований.

Современные вызовы и необходимость цифровизации. Казахстан характеризуется разнообразием природных условий, где от эффективного управления водными и земельными ресурсами зависит развитие сельского хозяйства, промышленности и поддержание экологического баланса. Однако климатические изменения приводят к увеличению частоты засух, изменению режимов осадков, что требует оперативного мониторинга и адаптивного управления ресурсами.

Сложность природных процессов, масштаб территорий и необходимость интеграции разнородных данных создают серьезные вызовы для систем управления. Традиционные методы, основанные на периодических измерениях и ручной обработке данных, не обеспечивают необходимой детализации и своевременности информации. Это ограничивает возможности прогнозирования и принятия обоснованных решений.

Цифровизация позволяет перейти к непрерывному мониторингу с использованием автоматизированных систем, повысить точность и скорость обработки данных, обеспечить интеграцию и визуализацию информации для широкого круга пользователей. Роботизация расширяет возможности контроля

и обслуживания объектов, снижая человеческий фактор и повышая безопасность.

Технологии цифровизации в Казахстане. В Казахстане активно внедряются современные информационные технологии для управления водными и земельными ресурсами. Один из ключевых проектов — национальная информационная система водных ресурсов, реализуемая Министерством водных ресурсов и ирригации. В рамках этой системы собираются и систематизируются данные о состоянии водоемов, каналов, дамбах и других гидротехнических сооружениях по всей территории страны.

Цифровизация данных охватывает информацию о 17 736 реках, 2 949 малых озёрах, 377 магистральных каналах, 56 прудах, 297 водохранилищах и 548 дамбах, что позволяет формировать комплексную картину состояния водных ресурсов. Эти данные используются для анализа водного баланса, прогнозирования дефицита или избытка воды, а также планирования мероприятий по улучшению водоснабжения и ирригации.

Пилотные проекты, например в Жамбылской области, демонстрируют эффективность систем автоматизированного контроля и распределения воды. В Шуском районе внедрена система, позволяющая в режиме реального времени контролировать поступление и расход воды, что снижает потери и способствует справедливому распределению ресурсов среди аграриев.

В области управления земельными ресурсами Казахстан активно развивает геоинформационные технологии (ГИС). Казахский национальный университет имени аль-Фараби предлагает специализированные курсы и программы по использованию ГИС для оценки, учета и планирования земельных ресурсов. ГИС-технологии позволяют создавать точные пространственные модели, анализировать динамику изменения состояния земель, выявлять деградационные процессы и планировать меры по их предотвращению.

Роботизация процессов мониторинга и управления. Робототехника в Казахстане на данный момент развивается преимущественно в рамках пилотных и исследовательских проектов. Однако перспективы применения автономных систем для мониторинга состояния водоемов и земельных массивов считаются весьма высокими.

Дроны, оснащённые камерами высокого разрешения и спектральными сенсорами, используются для аэрофотосъёмки и оценки состояния сельскохозяйственных угодий, выявления эрозии и засоления почв. Автономные роботы могут использоваться для контроля загрязнений и выполнения очистных мероприятий в водных экосистемах, что значительно снижает трудозатраты и повышает безопасность операций.

Кроме того, автоматизированные системы управления водным хозяйством, интегрированные с данными с сенсорных сетей, позволяют оптимизировать режимы подачи воды для орошения, что снижает расход и повышает урожайность.

Примеры конкретных исследований и внедрений. Одним из заметных исследований в Казахстане является проект по цифровизации водных ресурсов, реализуемый Министерством водных ресурсов и ирригации, который позволяет системно отслеживать состояние и использование водных объектов с помощью информационных технологий.

Другой пример — внедрение в Жамбылской области системы автоматизированного контроля водных ресурсов в Шуском районе, что уже дало значительный экономический эффект за счёт снижения потерь воды и улучшения планирования использования.

Также стоит отметить работу Казахского национального университета имени аль-Фараби, где ведется научно-образовательная деятельность по развитию геоинформационных технологий для решения задач землеустройства и рационального природопользования.

В научных публикациях казахстанских исследователей уделяется внимание применению искусственного интеллекта для обработки и анализа данных, получаемых с сенсорных сетей, что позволяет строить точные прогнозы и модели развития природных систем.

Вызовы и перспективы развития. Несмотря на положительную динамику внедрения информационных технологий, в Казахстане сохраняются ряд проблем. В первую очередь это недостаточная инфраструктура для сбора и передачи данных в отдалённых и сельских районах, что ограничивает масштабность и эффективность систем мониторинга.

Важным аспектом является стандартизация данных и интеграция разнородных информационных систем для обеспечения совместимости и обмена информацией между различными ведомствами и организациями.

Подготовка квалифицированных кадров с компетенциями на стыке экологии, информационных технологий и инженерии требует развития профильных образовательных программ и повышения квалификации специалистов.

Кибербезопасность становится критически важным аспектом при цифровизации природных ресурсов, учитывая уязвимость информационных систем к внешним атакам и необходимости защиты конфиденциальной информации.

В перспективе интеграция технологий блокчейн, расширение использования автономных роботизированных систем и развитие моделей искусственного интеллекта обещают значительно повысить эффективность управления ресурсами и устойчивость экосистем.

Заключение. Использование информационных технологий в цифровизации и роботизации управления водными и земельными ресурсами Казахстана открывает новые горизонты для устойчивого природопользования. Современные цифровые платформы, автоматизированные системы контроля и робототехнические решения способствуют повышению точности мониторинга, оперативности принятия решений и рациональному распределению ресурсов.

Внедрение и развитие этих технологий требуют системного подхода, учета региональных особенностей и подготовки кадров. Продолжение научных исследований и практических внедрений позволит Казахстану успешно справляться с вызовами, связанными с охраной и использованием природных ресурсов в условиях меняющегося климата и экономической трансформации.

Список источников

1. Андреева, Т. В. Информационные технологии в управлении природными ресурсами / Т. В. Андреева. — М.: Наука, 2021. — 256 с.
2. Смагулов, А. А. Цифровизация управления водными ресурсами в Казахстане: состояние и перспективы // Вестник КазНУ. — 2023. — №2. — С. 47–55.
3. Исакова, Д. А. Геоинформационные технологии в системе рационального природопользования / Д. А. Исакова // Геоэкология. — 2022. — №4. — С. 25–30.
4. Министерство водных ресурсов и ирригации РК. Цифровизация водных ресурсов Казахстана: пилотный проект [Электронный ресурс]. — URL: <https://finance.kz/news/tsifrovaya-revolutsiya-v-upravlenii-vodnymi-resursami-kazahstan-zapustil-pilotnyy-proekt> (дата обращения: 28.09.2025).
5. National Water Resources Information System (Kazakhstan) — Overview [Electronic resource]. — URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/mwr> (дата обращения: 28.09.2025).
6. Хакимов, Н. М. Роботизация и автоматизация в агроэкологии: применение в управлении земельными ресурсами / Н. М. Хакимов // Экология и промышленность России. — 2021. — №3. — С. 89–95.

© Гайнешева А.М., Максutow Д.У., 2025

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ (ГИС) И СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ В ЦИФРОВОМ УПРАВЛЕНИИ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ

Динара Еркиновна Жуkenова, м.т.н., старший преподаватель¹,
Самат Иебергенович Аханов, м.т.н., старший преподаватель²

¹Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет,
г.Уральск, Казахстан

²Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана,
г.Уральск, Казахстан

¹@clever_-92@mail.ru

²@akhanov_91@mail.ru

Аннотация. В статье анализируется роль геоинформационных систем (ГИС) и спутникового мониторинга в современном цифровом управлении земельными ресурсами. Рассмотрены теоретические основы, методы интеграции пространственных данных, практические применения в мониторинге деградации земель, оценке плодородия почв, а также примеры внедрения в Казахстане и международный опыт. В качестве иллюстративного материала приведены синтетические данные и графики, демонстрирующие возможности анализа временных рядов и оценки трендов.

Ключевые слова: ГИС, спутниковый мониторинг, NDVI, деградация земель, дистанционное зондирование, цифровые двойники, управление земельными ресурсами.

Для цитирования: Жуkenова Д.Е., Аханов С.И. Геоинформационные системы (ГИС) и спутниковый мониторинг в цифровом управлении земельными ресурсами // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. С.134

Original article

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS) AND SATELLITE MONITORING IN DIGITAL LAND RESOURCE MANAGEMENT

Dinara Erkinovna Zhukenova, m.s.e., Senior Lecturer¹,
Samat Iebergenovich Akhanov, m.s.e., Senior Lecturer²

¹West Kazakhstan Innovative-Technological University, Uralsk, Kazakhstan

²West Kazakhstan Agrarian-Technical University named after Zhangir Khan, Uralsk, Kazakhstan

¹@clever_-92@mail.ru

Annotation. The article analyzes the role of Geographic Information Systems (GIS) and satellite monitoring in modern digital land management. It examines theoretical foundations, methods of spatial data integration, practical applications in land degradation monitoring, soil fertility assessment, as well as examples of implementation in Kazakhstan and international experience. As illustrative material, synthetic data and graphs are provided, demonstrating the capabilities of time series analysis and trend evaluation.

Keywords: GIS, satellite monitoring, NDVI, land degradation, remote sensing, digital twins, land management.

For citation: Zhukanova D.E., Akhanov S.I. Geographic Information Systems (GIS) and Satellite Monitoring in Digital Land Management // Fundamentals of Rational Nature Management: Proceedings of the XI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025.P.134

Введение. Цифровизация и внедрение методов дистанционного зондирования кардинально меняют подходы к управлению земельными ресурсами. ГИС и спутниковый мониторинг предоставляют пространственно-временные данные, необходимые для оценки состояния земель, выявления зон деградации, мониторинга водопользования и планирования мер по восстановлению экосистем. Введение описывает актуальность темы, задачи исследования и структуру статьи.[2, с.592]

Теоретические основы применения ГИС и спутникового мониторинга. ГИС — это интегрированная информационная система для хранения, обработки и визуализации пространственных данных. Основные компоненты ГИС включают пространственную базу данных, аналитические модули (пространственный анализ, геостатистика), интерфейсы визуализации и инструменты интеграции с внешними источниками данных (спутниковые снимки, данные полевых измерений, IoT). Спутниковые платформы (например, Sentinel, Landsat, MODIS) обеспечивают мультиспектральные данные, которые используются для расчёта вегетационных индексов (NDVI, EVI), оценки влажности почвы и выявления изменений ландшафта. [1, с. 333]

Ключевым преимуществом интеграции спутниковых данных в ГИС является возможность регулярного, системного наблюдения на больших территориях с повторяемостью, позволяющей анализировать временные тренды. Это особенно важно при оценке процессов эрозии, опустынивания, изменения использования земель и эффективности мероприятий по восстановлению почв.

Методы и источники данных. Основные методы включают: обработку мультиспектральных снимков, классификацию землепользования, расчет вегетационных индексов, временной анализ (time series), геостатистическое моделирование и машинное обучение для предсказания зон риска. Источники данных: спутники Sentinel-2 (европейская программа Copernicus), Landsat 8/9, MODIS для долгосрочных трендов, а также коммерческие поставщики высокоразрешаемых снимков для локальных исследований. Полевые измерения и данные кадастра необходимы для валидации. [3, с.154-172]

Ниже приведён пример обработки: расчет NDVI по мультиспектральному изображению, фильтрация облачности, агрегирование по сезонам и анализ тренда с использованием простых статистических методов.

Применение ГИС и спутниковых данных для мониторинга состояния земель.

Применение включает следующие направления:

- картографирование типов землепользования и их изменений;
 - обнаружение деградации и эрозии почв;
 - мониторинг сельскохозяйственных угодий и оценка урожайности;
 - контроль использования орошаемых земель и оценка эффективности орошения;
 - обнаружение и предупреждение несанкционированной рубки или застройки.
- Примеры алгоритмов: классификация на основе случайного леса, сегментация объектов, многовариантный временной анализ.

Таблица 1- Синтетические временные ряды показателей (2015-2025)

Год	Индекс деградации	Средний NDVI	Орошаемые площади (тыс. га)
2015	0.12	0.45	120
2016	0.13	0.47	122
2017	0.14	0.46	125
2018	0.16	0.49	130
2019	0.18	0.50	134
2020	0.21	0.52	138
2021	0.23	0.51	142
2022	0.24	0.53	145
2023	0.26	0.54	148
2024	0.27	0.55	150
2025	0.28	0.56	153

Таблица 1 содержит синтетические данные, которые демонстрируют, как ГИС и спутниковый мониторинг могут использоваться для анализа динамики ключевых индикаторов. Индекс деградации — агрегированный показатель,

отражающий потерю плодородия, эрозию и снижение биопродуктивности. NDVI используется для оценки вегетации и здоровья растительности.[6, с.74]

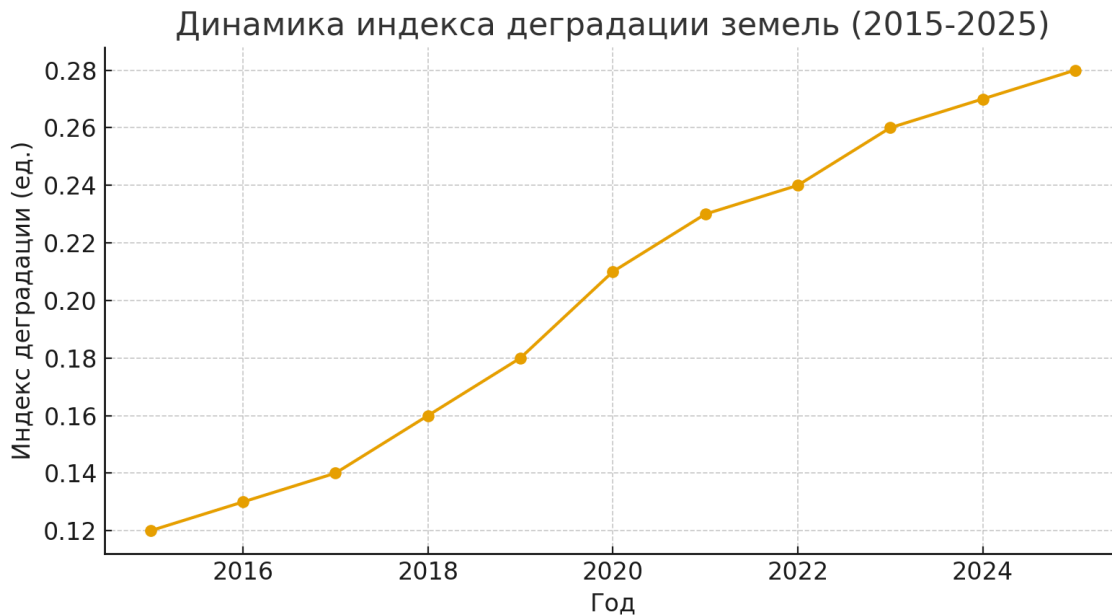


Рисунок 1- Динамика индекса деградации земель (2015-2025)

Анализ показывает рост индекса деградации за рассматриваемый период, что указывает на необходимость мер по восстановлению земель и оптимизации водопользования.

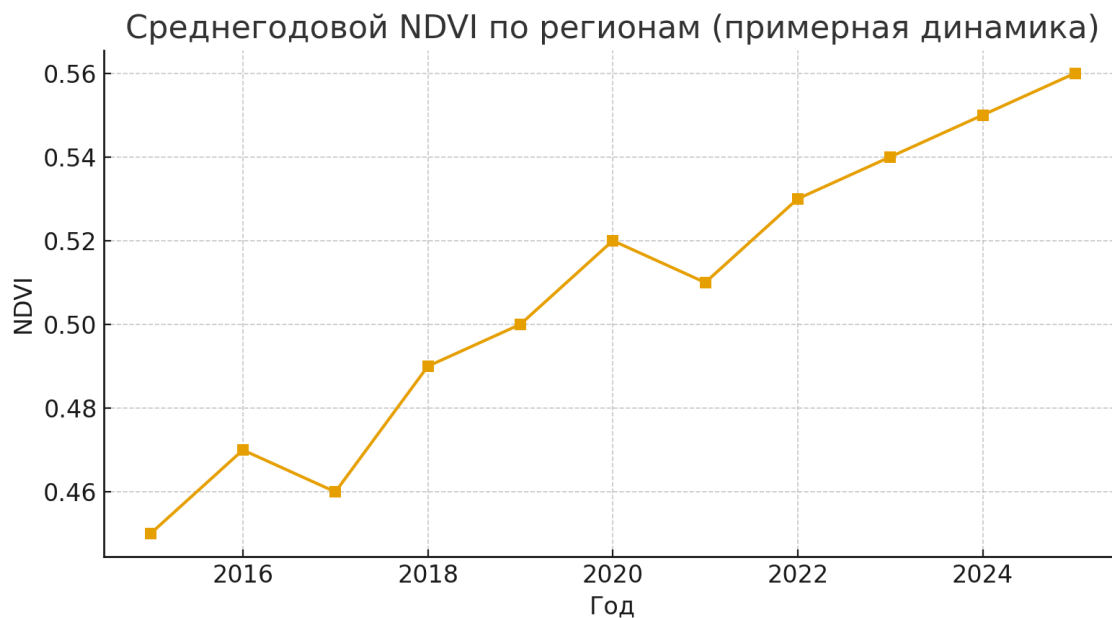


Рисунок 2- Динамика NDVI (2015-2025)

NDVI демонстрирует постепенное улучшение вегетационного покрытия, что может свидетельствовать о применении более эффективных агротехнологий или изменениях климатических условий.

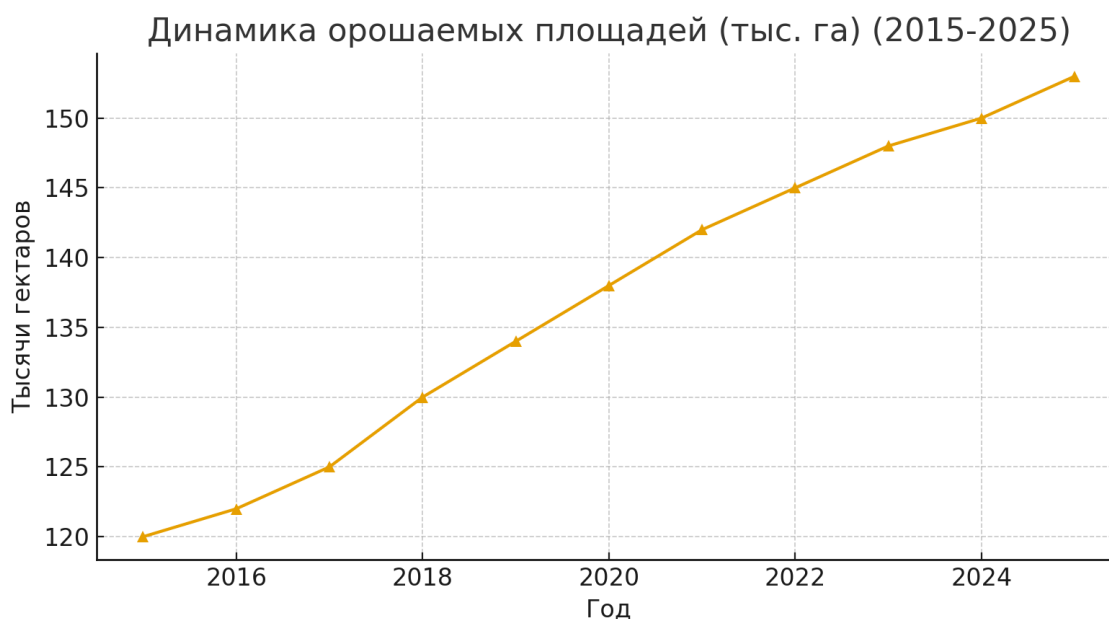


Рисунок 3- Динамика орошаемых площадей (2015-2025)

Увеличение орошаемых площадей позитивно влияет на продуктивность сельхозугодий, однако требует эффективного управления водными ресурсами для предотвращения истощения грунтовых вод.

В Казахстане существуют проекты по использованию спутниковых данных и ГИС для кадастрового учета, мониторинга пастбищ и оценки состояния орошаемых земель. На региональном уровне внедряются пилотные проекты по мониторингу опустынивания с использованием Sentinel-2 и расчета NDVI для принятия решений по восстановлению пастбищ. Интеграция данных ГИС с полевыми обследованиями и сельскохозяйственной статистикой позволяет планировать мероприятия по мелиорации и рациональному распределению водных ресурсов.[4, с.56]

Преимущества, проблемы и перспективы развития

Преимущества: оперативность данных, масштабируемость мониторинга, возможность моделирования сценариев и поддержки решений, интеграция с ИИ для раннего обнаружения угроз.

Проблемы: ограниченный доступ к коммерческим данным, недостаточная кадровая подготовка, вопросы стандартизации данных и их совместимости, высокая стоимость инфраструктуры.

Перспективы: развитие цифровых двойников территорий, интеграция больших данных и климатических моделей, развитие облачных платформ для совместного использования данных и инструментов анализа.

Рекомендации для внедрения в региональном управлении:

- Разработка национальной стратегии по интеграции ГИС и спутникового мониторинга в управление земельными и водными ресурсами.
- Создание открытых пространственных баз данных и API для обмена данными между госорганами и исследовательскими центрами.
- Инвестирование в обучение специалистов и создание учебных программ по

ГИС и дистанционному зондированию.

- Внедрение пилотных проектов с использованием Sentinel/Landsat для валидации и адаптации алгоритмов под местные условия.[5, с. 215]

Заключение. ГИС и спутниковый мониторинг – ключевые инструменты цифрового управления земельными ресурсами. Их интеграция обеспечивает достоверное наблюдение, прогнозирование и принятие обоснованных управленческих решений. Для эффективного использования необходимо решить проблемы доступа к данным, кадровой подготовки и стандартизации. Дальнейшее развитие ИИ и облачных технологий усилит аналитические возможности ГИС.

Список источников

1. Burrough P. A., McDonnell R. A. Principles of Geographical Information Systems. – Oxford University Press, 1998. - 333p.
2. Jensen J. R. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective. – Prentice Hall, 2007. - 592 p.
3. Roy D. P., Wulder M. A., Loveland T. R., et al. Landsat-8: Science and product vision. Remote Sensing of Environment, 2014. – 154-172 p.
4. ESA Sentinel Online: Technical Guide to Sentinel-2. European Space Agency, 2020 - 56p.
5. Кожихметов С.Ж. Геоинформационные технологии в управлении земельными ресурсами. – Алматы: Қазақ университеті, 2020. - 215 с.
6. FAO. Remote sensing for agriculture and land use monitoring. Food and Agriculture Organization reports, 2019- 74p.

©Жукенова Д.Е., Аханов С.И., 2025

ЭФФЕКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ И ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ И РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Нариман Салтанатович Жумагалиев, студент¹

Лязат Анатольевна Садыкова, к.т.н., ассоциированный профессор²

^{1,2} Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет,
Республика Казахстан, г. Уральск

¹ avatar93avatar@gmail.com

² lazatsadykova022@gmail.com

Аннотация. В статье приводятся методы цифровизации и роботизации для мониторинга и управления водными и земельными ресурсами. Показана эффективность применения датчиков, дронов и автоматизированных систем для точного контроля состояния ресурсов и оптимизации их использования. Рассмотрены практические результаты внедрения технологий в рациональное природопользование.

Ключевые слова: цифровизация, роботизация, мониторинг, водные ресурсы, земельные ресурсы, управление, рациональное природопользование

Для цитирования: Жумагалиев Н.С., Садыкова Л.А. Эффективное управление водными и земельными ресурсами с использованием цифровых и роботизированных систем // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием-Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025 г. С.140

Original article

EFFECTIVE MANAGEMENT OF WATER AND LAND RESOURCES USING DIGITAL AND ROBOTIC SYSTEMS

Nariman Saltanovich Zhumagaliyev, student¹

Lyazat Anatolyevna Sadykova, PhD Associate Professor²

^{1,2} West Kazakhstan University of Innovation and Technology, Uralsk, Republic of Kazakhstan

¹ avatar93avatar@gmail.com

² lazatsadykova022@gmail.com

Annotation. The article provides methods of digitalization and robotization for monitoring and management of water and land resources. The effectiveness of using sensors, drones, and automated systems to accurately monitor the state of resources

and optimize their use is shown. The practical results of the introduction of technologies in the rational use of natural resources are considered.

Keywords: digitalization, robotization, monitoring, water resources, land resources, management, environmental management

For citation: Zhumagaliev N.S., Sadykova L.A. Effective Management of Water and Land resources using Digital and Robotic Systems //Fundamentals of Rational Use of Natural Resources: proceedings of the XI National Conference with International Participation- Saratov: Vavilov University, 2025. P.140

Введение

Рациональное природопользование требует точного и своевременного контроля состояния водных и земельных ресурсов. Традиционные методы мониторинга недостаточно оперативны и трудоемки. Цифровизация и роботизация позволяют автоматизировать сбор данных, повысить точность измерений и ускорить принятие управленческих решений. Цель работы – оценить эффективность применения цифровых и роботизированных технологий для управления ресурсами и продемонстрировать результаты их внедрения.

Методы измерения параметров водных и земельных ресурсов:

1. Сенсорные системы мониторинга

Сенсоры и датчики используются для непрерывного измерения параметров водных и земельных ресурсов. Они позволяют собирать данные о температуре, влажности, уровне загрязнения и других характеристиках в реальном времени. Эти данные передаются в центральную систему для анализа и принятия решений.

Пример: Внедрение системы автоматического контроля качества воды в реках Казахстана с использованием сенсоров, установленных на различных участках водоёма. Система позволяет оперативно выявлять изменения в качестве воды и принимать меры по предотвращению загрязнения.

2. Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)

БПЛА применяются для аэрофотосъёмки, мониторинга состояния водоёмов, оценки уровня загрязнения и выявления изменений в ландшафте. Они обеспечивают получение данных с труднодоступных территорий и позволяют проводить регулярные обследования без значительных затрат времени и ресурсов.

Пример: Применение БПЛА для мониторинга состояния водоёмов в сельскохозяйственных районах Казахстана, что позволяет своевременно выявлять признаки загрязнения и принимать меры по улучшению качества воды.

3. Автоматизированные системы управления (АСУ)

АСУ интегрируют данные от сенсоров и БПЛА, обрабатывают их с помощью алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта, что позволяет принимать решения по управлению водными и земельными ресурсами в автоматическом режиме. Это включает в себя регулирование

уровня воды, оптимизацию полива, управление распределением ресурсов и другие функции.

Пример: Внедрение АСУ для управления ирригационными системами в сельскохозяйственных угодьях, что позволяет оптимизировать использование водных ресурсов и повысить урожайность.

Практический опыт в разных странах:

- Россия: внедрение цифровых платформ в сельском хозяйстве

В России развивается использование цифровых платформ для управления водными ресурсами в аграрном секторе. Проекты на базе Интернета вещей (IoT) позволяют точное регулирование подачи и сброса воды, повышая плодородие и снижая затраты на сельхозпроизводство, а также поддерживая экологическую стабильность земель. Примером может служить опыт разработки платформы SWAMP, обеспечивающей интеллектуальное управление орошением с учётом климатических, почвенных и культурных особенностей. Внедрение платформы показало, что ключевыми проблемами остаются: отсутствие полной автоматизации разработки ПО для орошения, дефицит современных платформ для интеграции IoT, Big Data и облачных вычислений, а также отсутствие стандартов и информационных моделей для интеграции различных датчиков в систему управления

- Казахстан: цифровизация водного сектора

В Казахстане реализуются проекты цифровизации водного сектора с целью повышения эффективности водопользования и устойчивости к климатическим изменениям. В 2024 году была внедрена система AGIS — платформа автоматизации сетей водоснабжения и водоотведения, которая позволяет оптимизировать использование воды и минимизировать сбои в инфраструктуре.

Результаты:

- Использование сенсорных систем мониторинга позволяет снизить ошибки измерений качества воды и влажности почвы до 5–10% по сравнению с ручными методами.

- Внедрение БПЛА сокращает время на обследование территорий в 3–4 раза, обеспечивает доступ к труднодоступным участкам и регулярное обновление данных о состоянии ресурсов.

- Автоматизированные системы управления на основе алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта обеспечивают прогнозирование изменений уровня воды и влажности почвы с точностью до 95%.

- Комплексное применение технологий позволяет оптимизировать распределение водных ресурсов между сельскохозяйственными участками и природными объектами, минимизируя перерасход воды и снижая экологические риски.

- Управление земельными ресурсами через цифровые инструменты обеспечивает точное выявление зон переувлажнения, эрозии и деградации почв, повышая эффективность сельскохозяйственного использования земель.

Обсуждение:

- Цифровизация и роботизация управления водными и земельными ресурсами существенно повышают точность и скорость принятия решений. Сенсорные системы обеспечивают непрерывный мониторинг и раннее выявление потенциальных проблем, а БПЛА и автоматизированные системы позволяют собирать и обрабатывать большие объемы данных в реальном времени. Интеграция данных и использование алгоритмов машинного обучения позволяют прогнозировать изменения и оптимизировать распределение ресурсов, снижая влияние человеческого фактора.

- Преимущества подхода включают повышение устойчивости сельскохозяйственных и водохозяйственных систем, сокращение издержек на ручной контроль и улучшение экологической ситуации за счет более точного регулирования водопользования. Ограничения связаны с высокими начальными затратами на оборудование, необходимостью квалифицированного персонала для эксплуатации и анализа данных, а также потенциальными техническими сбоями или киберугрозами.

- Комплексное использование цифровых и роботизированных технологий позволяет не только повысить эффективность управления, но и создать основу для дальнейшей автоматизации и внедрения автономных систем. Сравнение с традиционными методами показывает, что цифровизация обеспечивает более точное, быстрое и предсказуемое управление ресурсами, позволяя рационально использовать водные и земельные ресурсы даже в условиях климатической нестабильности.

Заключение

Внедрение цифровых и роботизированных технологий в управление водными и земельными ресурсами демонстрирует высокую эффективность как в мониторинге, так и в управлении ресурсами. Использование сенсорных систем, БПЛА и автоматизированных систем управления позволяет получать актуальные данные в реальном времени, прогнозировать изменения и оперативно принимать управленческие решения. Это снижает влияние человеческого фактора, минимизирует перерасход воды и повышает устойчивость сельскохозяйственных и водохозяйственных систем.

Практический опыт в России и Казахстане показывает, что интеграция цифровых платформ и автоматизации процессов способствует рациональному природопользованию, повышает экологическую стабильность и оптимизирует использование земель и водных ресурсов. Дальнейшие исследования могут быть направлены на развитие автономных систем управления, расширение масштабов мониторинга на региональном уровне, внедрение интеллектуальных алгоритмов прогнозирования и интеграцию различных источников данных для комплексного управления ресурсами.

Таким образом, цифровизация и роботизация формируют основу для современного эффективного управления природными ресурсами, обеспечивая долгосрочную устойчивость и рациональное использование водных и

земельных систем в условиях климатических изменений и растущих потребностей общества.

Список источников

1.Есполов Т.И. «Водные ресурсы в сельском хозяйстве Республики Казахстан» // Журнал Проблемы рационального использования водных ресурсов. 2022.

2.Калдышева А.С. «Дайджест управления водными ресурсами Казахстана» // Сборник статей LXVII международной научно-практической конференции. Москва, 2025

3. Мелихов М.В. Дистанционный мониторинг природных водных ресурсов в зоне строительства горно-гидротехнических комплексов // Водные ресурсы. 2011. Т. 38. № 2. С. 131–141.

4.Ковалева И.В. «Цифровизация управления земельными ресурсами и их использование в народном хозяйстве страны» // Вестник Адыгейского государственного университета. 2023.

5.Путинцева Д.Е. Применение цифровых технологий в управлении системами водоотведения: автоматизация процессов, мониторинг и прогнозирование // Научный журнал «Экология и промышленность России», 2024.

6.Матвеева Л.Г. Умный мониторинг водных объектов в условиях изменения климата // Управление водными ресурсами, 2019. № 1. С. 46–50.

7.Гаража Я. Мировой опыт управления земельными ресурсами // Международный журнал «Наука и образование», 2016. С. 45–54.

© Жумагалиев Н.С., Садыкова Л.А., 2025

РОБОТИЗИРОВАННЫЕ И ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ НА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ СТОЧНЫХ ВОД

Альбина Бериккалиевна Кайранбаева, м.т.н., старший преподаватель
Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет,
г.Уральск, Казахстан
e-mail: a.center.t@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются современные направления цифровизации и роботизации технологических процессов на очистных сооружениях сточных вод. Отмечается актуальность внедрения интеллектуальных систем автоматического управления в условиях возрастающей антропогенной нагрузки на водные ресурсы и ограниченности существующей инфраструктуры. Проведен обзор мирового опыта использования цифровых и роботизированных решений для повышения эффективности очистки сточных вод, а также анализ возможностей их адаптации в Казахстане, в частности на объектах Западного региона. Особое внимание уделено системам автоматического управления параметрами действующих элементов технологической схемы, позволяющим повысить производительность без капитальной реконструкции сооружений.

Ключевые слова: очистные сооружения, сточные воды, цифровизация, роботизация, автоматическое управление, интеллектуальные системы, Казахстан.

Для цитирования: Кайранбаева А.Б. Роботизированные и цифровые системы управления технологическими процессами на очистных сооружениях сточных вод// Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. С.145

Original article

ROBOTIC AND DIGITAL CONTROL SYSTEMS FOR TECHNOLOGICAL PROCESSES AT WASTEWATER TREATMENT FACILITIES

Albina Berikkaliyevna Kairanbayeva, Ph.D. in Engineering, Senior Lecturer
West Kazakhstan Innovative-Technological University, Uralsk, Kazakhstan
e-mail: a.center.t@mail.ru

Annotation. The article examines modern approaches to digitalization and robotization of technological processes at wastewater treatment plants. The relevance of implementing intelligent automatic control systems is emphasized in the context of increasing anthropogenic pressure on water resources and the limitations of existing infrastructure. A review of international experience in applying digital and robotic solutions to improve wastewater treatment efficiency is provided, along with an analysis of the possibilities for their adaptation in Kazakhstan, particularly in the facilities of the Western region. Special attention is paid to automatic control systems for the operating parameters of technological elements, which make it possible to increase plant productivity without full-scale reconstruction.

Keywords: wastewater treatment plant, digitalization, robotization, automatic control, intelligent systems, Kazakhstan.

For citation: Kairanbayeva A.B. Robotic and digital systems for controlling technological processes at wastewater treatment plants // Fundamentals of Rational Nature Management: Proceedings of the XI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025. P.145

Введение. Загрязнение поверхностных и подземных вод сегодня рассматривается как одна из наиболее острых экологических проблем, напрямую влияющих на здоровье населения и устойчивое развитие экономики. Сточные воды содержат широкий спектр загрязнителей — органические вещества, нефтепродукты, тяжелые металлы, биогенные элементы, микропластик. Без эффективной очистки они попадают в водоемы, вызывая деградацию экосистем и ухудшение качества питьевой воды.

В условиях роста урбанизации и промышленного развития нагрузка на очистные сооружения многократно увеличивается. При этом их техническое состояние в странах постсоветского пространства, включая Казахстан, зачастую остается неудовлетворительным. Более 60 % объектов эксплуатируются свыше нормативного срока службы, а уровень автоматизации технологических процессов крайне низкий [3, с. 21].

Решение задачи модернизации требует значительных капитальных вложений, однако современные тенденции в области цифровизации и роботизации позволяют искать альтернативные пути. Применение интеллектуальных систем управления технологическими параметрами оборудования открывает возможность повышения производительности существующих очистных сооружений без полной реконструкции.

Таким образом, актуальность работы определяется сочетанием двух факторов: возрастающей потребности в эффективной очистке сточных вод и ограниченности традиционных ресурсов модернизации. Цель исследования — рассмотреть современные подходы к цифровизации и роботизации процессов очистки, выявить перспективы их внедрения в Казахстане и определить роль автоматического управления параметрами действующих элементов в повышении производительности очистных сооружений.

Современные вызовы очистки сточных вод

Современные очистные сооружения функционируют в условиях постоянно меняющегося состава сточных вод. В городах растет доля бытовых стоков с содержанием моющих средств, фармацевтических соединений и микропластика. В промышленных регионах, таких как Западный Казахстан, характер загрязнения усложняется присутствием нефтепродуктов, химических реагентов и соединений тяжелых металлов [6, с. 5].

Основные трудности, с которыми сталкиваются сооружения:

- износ оборудования, особенно систем аэрации и перекачки;
- высокая энергоемкость процессов (до 40 % затрат приходится на подачу воздуха в аэрационные бассейны);
- низкая степень удаления азот- и фосфорсодержащих соединений, что приводит к эвтрофикации водоемов;
- устаревшие схемы управления, не позволяющие оперативно реагировать на изменения состава сточных вод.

Кроме того, нехватка квалифицированного персонала затрудняет поддержание устойчивого технологического режима. В Казахстане многие станции обслуживаются вручную, а контроль качества осуществляется с задержкой, что не позволяет своевременно корректировать режим работы.

В этих условиях внедрение автоматизированных и роботизированных систем становится необходимым шагом. Они позволяют перейти от реактивного к проактивному управлению процессами, снижая эксплуатационные затраты и улучшая экологическую результативность.

Роботизация и цифровизация в управлении очисткой сточных вод

Роботизированные системы

Развитие робототехники открыло новые возможности для эксплуатации и обслуживания очистных сооружений. Автономные роботы используются для очистки решеток и песколовок, где традиционно применялся ручной труд. Подводные роботы (ROV) проводят диагностику трубопроводов и резервуаров, выявляя отложения и повреждения. В перспективе возможно внедрение полностью автономных систем для регулярной инспекции и удаления загрязнений без остановки технологического процесса [5, с. 120]. В Японии и Германии внедряются мобильные роботизированные системы для диагностики канализационных сетей, что позволяет сократить риск аварий и уменьшить затраты на ремонт.

Цифровые системы управления

Наиболее активно внедряются SCADA-системы, обеспечивающие централизованный контроль технологического процесса. Они позволяют собирать и анализировать данные о работе насосов, аэраторов, дозаторов реагентов. Интеграция с датчиками качества воды дает возможность в реальном времени корректировать режимы работы оборудования [2, с. 82].

В последние годы развивается направление «умных очистных сооружений» (Smart WWTP), где ключевую роль играют алгоритмы машинного обучения и предиктивные модели. Такие системы способны прогнозировать изменение состава сточных вод и заранее корректировать технологический

процесс. Примеры успешной реализации таких решений имеются в Германии, Нидерландах и Китае [7, с. 44].

Система автоматического управления параметрами действующих элементов

Одним из наиболее эффективных направлений повышения производительности является автоматизация регулирования параметров отдельных элементов очистных сооружений. Наибольшее внимание уделяется системам аэрации, поскольку именно они потребляют до 60 % энергии. Автоматическое регулирование подачи воздуха на основе данных о концентрации растворенного кислорода позволяет существенно снизить энергозатраты [3, с. 57].

Другим важным направлением является автоматизация дозирования реагентов. Использование интеллектуальных систем, контролирующих качество стоков на входе и в процессе очистки, позволяет гибко управлять подачей коагулянтов и флокулянтов. Это не только повышает эффективность осаждения загрязнителей, но и сокращает расход реагентов.

Внедрение автоматизированных систем циркуляции активного ила позволяет поддерживать оптимальное соотношение биомассы и нагрузки по загрязняющим веществам. Это критически важно для стабильной работы биологических процессов очистки.

Таким образом, автоматизация действующих элементов дает возможность достичь высокой эффективности без полной реконструкции сооружений. Практика показывает, что энергозатраты снижаются на 15–30 %, а качество очистки соответствует современным нормативам [2, с. 95].

Перспективы внедрения в Казахстане

Для Казахстана внедрение роботизированных и цифровых систем в сфере очистки сточных вод имеет стратегическое значение. По данным Министерства экологии, только 60 % сточных вод в стране проходят нормативную очистку [6, с. 9]. В регионах с развитой нефтегазовой промышленностью, таких как Западный Казахстан, нагрузка на водные объекты особенно высока.

Внедрение интеллектуальных систем управления позволит:

- повысить производительность без капитальных затрат на реконструкцию;
- сократить расход энергии и реагентов;
- улучшить экологическую обстановку и качество водоемов;
- соответствовать целям программы «Зеленая экономика» [6, с. 12].

Пилотные проекты можно реализовать в городах с высокой нагрузкой на инфраструктуру — в Уральске, Атырау, Актау. Их успешная апробация станет основой для масштабного распространения технологий на территории всей страны.

При этом важно учитывать региональные особенности: жесткость воды, высокую минерализацию в некоторых районах, наличие нефтяных загрязнителей. Это требует адаптации зарубежных решений к местным

условиям, что открывает широкие перспективы для научных исследований и инженерных разработок.

Заключение. Проведенный анализ показал, что роботизация и цифровизация процессов очистки сточных вод являются ключевыми направлениями модернизации коммунальной инфраструктуры. Они позволяют значительно повысить эффективность существующих очистных сооружений, не требуя капитальной реконструкции.

Особое значение имеют системы автоматического управления параметрами действующих элементов — аэрацией, дозированием реагентов, циркуляцией активного ила. Их внедрение обеспечивает снижение энергозатрат, оптимизацию расхода материалов и повышение качества очистки.

Для Казахстана переход к цифровым и роботизированным технологиям особенно актуален в условиях ограниченных водных ресурсов и высокой нагрузки на экологию. Использование интеллектуальных систем управления позволит повысить надежность работы очистных сооружений и приблизить страну к стандартам «зеленой экономики».

Перспективным направлением исследований является разработка адаптивных систем управления, основанных на искусственном интеллекте, способных учитывать изменчивость состава сточных вод и особенности конкретных регионов. Научные разработки в этой области могут стать вкладом Казахстана в глобальное движение к устойчивому управлению водными ресурсами.

Список источников

1. ГОСТ Р 7.0.7–2021. Статьи в журналах и сборниках. Издательское оформление. – М.: Стандартинформ, 2021.
2. Metcalf & Eddy. Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery. – 5th Edition. – New York: McGraw-Hill Education, 2013. – 2048 p.
3. Тюрин, Ю.И. Современные методы очистки сточных вод. – М.: Инфра-М, 2020. – 312 с.
4. Иванов, В.А. Автоматизация и цифровизация процессов водоподготовки и очистки сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. – 2021. – №7. – С. 15–21.
5. Brown, T., Smith, R. Digitalization and Smart Wastewater Treatment Plants // Water Research. – 2022. – Vol. 219. – P. 118–128.
6. Программа «Зеленая экономика» Республики Казахстан. – Астана, 2013. – 28 с.
7. Zhou, Y. Artificial Intelligence for Wastewater Process Optimization // Journal of Environmental Management. – 2021. – Vol. 293. – P. 43–52.
8. Сапаров, К.А. Экологические проблемы водопользования в Казахстане. – Алматы: КазНАУ, 2019. – 240 с.

© Кайранбаева А.Б., 2025

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В МЕЛИОРАЦИИ: ОБЗОР ПРИМЕНЯЕМЫХ МОДЕЛЕЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

**Николай Викторович Медведев, аспирант¹,
Виктор Владиславович Корсак, д.с.-х.н., профессор²**

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

¹kalek15864@gmail.com

²vvcorsac@rambler.ru

Аннотация: В статье представлен обзор современных математических моделей, используемых в мелиорации для решения задач управления водными и земельными ресурсами, проектирования и эксплуатации мелиоративных систем, а также оценки их экологического воздействия. Рассмотрены основные типы моделей (гидрологические, гидравлические, модели влагопереноса, модели переноса солей, модели роста растений и модели качества воды), их принципы работы и области применения. Проанализированы проблемы, связанные с использованием моделей и намечены перспективы развития моделирования в мелиорации, включая использование новых технологий и совершенствование математического аппарата.

Ключевые слова: сельское хозяйство, мелиорация, математическое моделирование, гидрология, влагоперенос, засоление почв, модели роста растений, качество воды.

Для цитирования: Медведев Н.В., Корсак В.В. Роботизированные и цифровые системы управления технологическими процессами на очистных сооружениях сточных вод// Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025.С.150

Review article

MATHEMATICAL MODELING IN RECLAMATION: A REVIEW OF CURRENT MODELS AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT

**Nikolay Viktorovich Medvedev, Postgraduate Student¹,
Victor Vladislavovich Korsak, Doctor of Agricultural Sciences, Professor²**

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

¹kalek15864@gmail.com

²vvcorsac@rambler.ru

Abstract: The article provides an overview of modern mathematical models used in land reclamation to address issues related to water resource management, land use planning, design and operation of irrigation systems, as well as assessment of their environmental impact. It examines the main types of models (hydrological, hydraulic, moisture transfer, salt transport, plant growth, and water quality models), their principles of operation, and areas of application. Problems associated with using these models are analyzed, along with future development prospects for modeling in land reclamation, including new technologies and improvements in mathematical techniques.

Keywords: agriculture, land reclamation, mathematical modeling, hydrology, moisture transfer, soil salinization, crop growth models, water quality.

For citation: Medvedev.N.V., Korsak V.V. Robotic and digital process control systems at wastewater treatment plants//Fundamentals of environmental management: materials of the X I National Conference with international participation - Saratov: FSBEI HE Vavilovsky University, 2025. P.150

Введение. Современная мелиорация представляет собой комплекс инженерных решений и технологий, направленных на улучшение качества сельскохозяйственных угодий путем рационального использования природных ресурсов. Важнейшей задачей является обеспечение оптимального водного режима почвы, предотвращение эрозии и поддержание плодородия. Для решения этих проблем активно применяются методы математического моделирования, позволяющие анализировать и предсказывать поведение сложных экосистем. Развитие компьютерных технологий существенно расширило возможности математического моделирования. Современные модели позволяют учитывать большое количество факторов, влияющих на продуктивность сельского хозяйства, включая климатические условия, качество почвы, состав удобрений и особенности сельскохозяйственной техники. Применение математических моделей способствует принятию обоснованных управленческих решений, повышению эффективности производства и снижению негативного воздействия на окружающую среду [3].

Цель данной статьи заключается в систематизации и анализе существующих подходов к математическому моделированию в мелиорации, выявлении их преимуществ и недостатков, а также обозначении направлений дальнейшего совершенствования методологии.

Основные типы моделей. В мелиорации применяется широкий спектр математических моделей, которые можно классифицировать по типу описываемых процессов, данные представлены в таблице 1.

Гидрологические модели. Гидрологические модели предназначены для описания процессов формирования речного стока в водосборных бассейнах. Они учитывают различные факторы, влияющие на сток, такие как осадки, температура воздуха, влажность почвы, растительность и рельеф. Модели позволяют прогнозировать сток в различных временных масштабах (от часов

до лет), что необходимо для планирования водохозяйственных мероприятий и управления водными ресурсами.

SWAT (Soil and Water Assessment Tool): Модель разработанная Министерством сельского хозяйства США (USDA) для оценки влияния землепользования и практики управления почвами на качество и количество воды в водосборных бассейнах, оценки почвенных и водных ресурсов, широко используемая для моделирования водосбора и оценки воздействия землепользования на водные ресурсы [4].

HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center - Hydrologic Modeling System): Модель для моделирования гидрологических процессов в речных бассейнах. Модели речного стока: Модели, описывающие движение воды в речных руслах, включая распределение расходов и уровней воды (например, модели Сен-Венана) [5].

Гидравлические модели. Гидравлические модели используются для описания движения воды в реках, каналах, трубопроводах и других гидротехнических сооружениях. Они позволяют рассчитывать гидравлические характеристики потока (скорость, глубина, давление) и определять пропускную способность сооружений. Гидравлические модели необходимы для проектирования и эксплуатации мелиоративных систем, а также для оценки риска затопления территорий.

Таблица 1 - Математические модели, применяемые в гидромелиорации

Тип модели	Описываемые процессы	Область применения
Гидрологические модели	-Формирование стока -инфильтрация -испарение -перехват осадков растительностью	Прогнозирование стока, оценка влагообеспеченности, планирование водохозяйственных мероприятий.
Гидравлические модели	Движение воды в каналах, трубопроводах и других гидротехнических сооружениях.	Проектирование гидротехнических сооружений, расчет пропускной способности каналов, оценка зон затопления.
Модели влагопереноса в почве	Движение воды в почвенном профиле, инфильтрация, испарение, поглощение воды корнями растений.	Моделирование влагообеспеченности растений, оптимизация режимов орошения, оценка эффективности дренажных систем.
Модели переноса солей	Миграция солей в почвенном профиле, растворение, перенос водой и осаждение.	Прогнозирование засоления и рассоления почв, разработка мер по предотвращению засоления.
Модели роста растений	Рост и развитие сельскохозяйственных культур в зависимости от внешних условий.	Оптимизация режимов орошения и удобрения, прогнозирование урожайности, оценка влияния климатических факторов.
Модели качества воды	Трансформация и перенос загрязняющих веществ в водных объектах.	Оценка загрязнения водных объектов, разработка мер по улучшению качества воды, оценка воздействия мелиоративных систем на качество воды.

HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System): Модель для анализа русловых потоков, проектирования гидротехнических сооружений и оценки зон затопления, компьютерная программа, разработанная Инженерным корпусом армии США (USACE) Hydrologic Engineering Center (HEC) для выполнения одномерного и двумерного моделирования гидравлики открытых каналов. Она предназначена для анализа потока воды через естественные и искусственные каналы, реки, затопленные поймы и связанные с ними сооружения. Ключевые особенности модели:

Одномерное (1D) моделирование: Предполагает, что поток воды изменяется только в одном направлении (вдоль русла реки). Подходит для моделирования относительно прямолинейных рек и каналов.

Двухмерное (2D) моделирование: Учитывает изменения потока воды в двух горизонтальных направлениях (вдоль и поперек русла). Подходит для моделирования сложных гидродинамических явлений, таких как затопления пойм, обтекание препятствий, слияние рек и т.д.

Модели гидравлического расчета: Модели, основанные на уравнениях Шези или Маннинга, для расчета гидравлических характеристик каналов [6].

Модели влагопереноса в почве. Модели влагопереноса в почве описывают движение воды в почвенном профиле под воздействием различных факторов (гравитация, капиллярные силы, транспирация растений). Они позволяют прогнозировать влагообеспеченность растений, оптимизировать режимы орошения и дренажа, а также оценивать эффективность различных мелиоративных мероприятий.

HYDRUS-1D/2D/3D: Набор моделей движения воды, тепла и растворенных веществ в насыщенных и ненасыщенных почвах [7].

SWAP (Soil, Water, Atmosphere, Plant): представляет собой программу для расчета влажности почвы и урожайности сельхозкультур. Этот инструмент разработали ученые Вагенингского университета Нидерландов под управлением профессора Рейндера Феддеса, основываясь на предшествующих гидрологических моделях SWATRE и SWACROP, включая модификации типа SWASALT для изучения солевого переноса и FLOCR для анализа сжатия и расширения глин. Программа объединяет симуляцию движения воды, содержащихся в ней элементов и теплового потока в почве с расчетом потенциальной урожайности, используя современные концепции и подходы моделирования [1].

Модели переноса солей. Модели переноса солей описывают процессы миграции солей в почвенном профиле под воздействием воды. Они позволяют прогнозировать засоление почв при различных режимах орошения и дренажа, а также разрабатывать меры по предотвращению засоления.

US Salinity Laboratory Model: Модель относится к группе эмпирических моделей, разработанных в US Salinity Laboratory, расположенной в Риверсайде, Калифорния, США, для прогнозирования влияния засоления и осолонцевания почвы на проницаемость почвы и рост растений.

SWAP с модулем засоления: Расширение модели SWAP для моделирования засоления почв.

Модели роста растений. Модели роста растений описывают процессы роста и развития сельскохозяйственных культур в зависимости от внешних условий (температура, влажность, освещенность, питательные вещества). Они позволяют оптимизировать режимы орошения и удобрения для достижения максимальной урожайности, а также оценивать влияние климатических факторов на урожайность.

AQUACROP: Модель разработанная группой ученых из Италии, Испании, США, Бельгии и Австрии по заданию Международной организации продовольствия и сельского хозяйства при ООН (FAO). Модель отражает фундаментальные процессы, связанные с влиянием полива на урожайность, как с физиологической, так и агрономической точки зрения, основывается на параметрах продуктивного использования влаги, скорректированных под испаряемость полива в атмосферу и концентрацию углекислого газа в атмосфере, что дает модели повышенную способность к экстраполяции при различных условиях - местоположения, времени года, климата, включая глобальные климатические изменения [2].

WOFOST (WOrld FOod STudies): Модель для оценки урожайности сельскохозяйственных культур, это детерминированная, динамическая, модель имитации роста сельскохозяйственных культур, разработанная в Нидерландах для оценки урожайности сельскохозяйственных культур в различных условиях. Она основана на описании физиологических процессов в растениях и учитывает влияние климатических факторов, почвенных условий и агротехнических приемов. Ключевые особенности модели: использование физических и физиологических законов для описания роста и развития растений, моделирование изменения в состоянии растений во времени, от посева до уборки урожая, включает детальное описание фотосинтеза, транспирации, дыхания, распределения ассимилятов и других физиологических процессов.

Модели качества воды. Модели качества воды описывают процессы трансформации и переноса загрязняющих веществ в водных объектах. Они позволяют оценивать загрязнение рек, озер и водохранилищ, разрабатывать меры по улучшению качества воды, а также оценивать воздействие мелиоративных систем на качество воды.

QUAL2K: Одномерная, стационарная модель качества воды, разработанная для моделирования условий качества воды в реках и каналах. Она была разработана Грегори Пеллетье и Стивеном Чапелле в Агентстве по охране окружающей среды США (USEPA). Основная цель модели – имитация концентраций основных загрязнителей, а также оценка влияния различных источников загрязнения и мер по очистке на качество воды.

CE-QUAL-W2: это двумерная гидродинамическая и водохозяйственная модель, разработанная Инженерным корпусом армии США (US Army Corps of Engineers) для моделирования качества воды в реках, водохранилищах,

эстуариях и прибрежных водах. Модель решает уравнения Навье-Стокса в гидростатическом приближении для расчета скорости течения, уровня воды и температуры воды. Модель включает широкий спектр параметров качества воды, таких как растворенный кислород, его биохимическое потребление (БПК), питательные вещества (азот и фосфор), хлорофилл, органические вещества, взвешенные вещества, другие поллютанты.

Проблемы и перспективы развития моделирования в мелиорации. Несмотря на значительный прогресс в области математического моделирования, существуют проблемы, которые ограничивают широкое применение моделей в мелиорации:

Недостаток данных: Для калибровки и валидации моделей требуется большой объем качественных данных о геологическом строении, свойствах почв, гидрологическом режиме, климатических условиях конкретного участка агроценоза, получение которого является сложной и дорогостоящей задачей.

Сложность моделей: Сложные модели требуют высокой квалификации пользователей и значительных вычислительных ресурсов. Многие мелиораторы не обладают достаточными знаниями и навыками для эффективного использования таких моделей.

Неопределенность: Моделирование всегда сопряжено с неопределенностью, связанной с упрощением реальных процессов, ошибками в данных и неточностью математических методов. Оценка и учет неопределенности являются важной задачей при использовании моделей.

Перспективы развития моделирования в мелиорации. Разработка более совершенных моделей: Модели должны учитывать большее количество факторов, описывать сложные взаимодействия между компонентами системы и обладать высокой точностью и надежностью. Использование новых технологий: Внедрение геоинформационных систем (ГИС), дистанционного зондирования Земли, создание цифровых двойников агроландшафтов, применение технологий искусственного интеллекта позволит собирать и обрабатывать данные более эффективно, а также автоматизировать процесс моделирования.

Заключение. Математическое моделирование является незаменимым инструментом для решения задач, связанных с планированием, проектированием, эксплуатацией и оценкой эффективности мелиоративных систем. Развитие и внедрение новых моделей и технологий позволит повысить эффективность использования водных и земельных ресурсов, обеспечить экологическую безопасность мелиоративных мероприятий и повысить устойчивость сельского хозяйства в условиях изменяющегося климата.

Список источников:

1. Камышова Г.Н., Корсак В.В., Фалькович А.С., Холуденева О.Ю. Математическое моделирование в компонентах природы (интерактивный курс) / Саратов: СГАУ им. Н.И. Вавилова, 2012 г., 155 с.

2. Корсак В.В., Смирнова Е.В., Хлобыстов С.С. Применение модели AQUACROP для прогнозирования продуктивности орошаемых темно-каштановых почв Саратовского Заволжья // Вавиловские чтения – 2012: – Саратов: ИЦ Наука, 2012, С. 279–281.

3. Ромащенко, Г.А. Теоретические основы и методы математического моделирования процессов в мелиоративных системах / Г.А. Ромащенко, В.Н. Щедрин. - Новочеркасск: РосНИИПМ, 2007.

4. Официальный сайт модели SWAT. Режим доступа: [https://www.card.iastate.edu/swat_ers/].

5. Официальный сайт модели HEC-HMS. Режим доступа: [https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/].

6. Официальный сайт модели HEC-RAS. Режим доступа: [https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/].

7. Официальный сайт модели HYDRUS/ Режим доступа: [https://www.pc-progress.com/en/Default.aspx?h3d-features].

© Медведев Н.В., Корсак В.В., 2025

Научная статья
УДК 631.6

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ ТЕРРИТОРИИ ФЕДОРОВСКОГО МР САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Карина Викторовна Нургалиева, магистр 3 курса М-ПВ-31¹

Ирина Игоревна Демакина, к.с.-х.н., доцент²

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

¹ karinochka.viktorovna.2015@mail.ru

² demakina2015@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются методы применения геоинформационных технологий в системе рационального использования земель сельскохозяйственного назначения в современных реалиях в условиях изменяющегося климата.

Ключевые слова: природообустройство, ГИС, земельные ресурсы, климат, сельское хозяйство, мониторинг.

Для цитирования: Нургалиева К.В., Демакина И.И. Геоинформационные системы управления земельными ресурсами территории Федоровского МР Саратовской области // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.156

GEOINFORMATION SYSTEMS OF LAND RESOURCES MANAGEMENT OF THE TERRITORY OF FEDOROVSKY MR OF THE SARATOV REGION

Karina Viktorovna Nurgalieva, Master of the 3rd year M-PV-31¹

Irina Igorevna Demakina, PhD in Agriculture, Associate Professor²

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

¹ karinochka.nurgalieva@gmail.com

² demakina2015@yandex.ru

Abstract. This article discusses the methods of using geoinformation technologies in the system of rational use of agricultural lands in modern conditions under a changing climate.

Keywords: environmental management, GIS, land resources, climate, agriculture, monitoring.

For citation: Nigmatulina K.V., Demakina I.I. Geoinformation Systems for Land Resources Management in the Fedorovsky District of the Saratov Region // Fundamentals of Sustainable Natural Resource Management: Proceedings of the 11th National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.156

Применение ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования помогают в следующих направлениях:

1. Систематическое наблюдение за состоянием земельных ресурсов, оценка и прогноз изменений их состояния под воздействием антропогенных и природных факторов (мониторинг земель). Целью мониторинга является регулирование качества окружающей среды, предотвращение загрязнения земель, обеспечение их продуктивности. По результатам мониторинга земель составляются оперативные доклады, отчеты, научные прогнозы, тематические карты и другие материалы, предоставляемые в государственные органы. ГИС, объединяя различную информацию в единый информационно-аналитический комплекс на основе пространственных данных, способствуют решению главной задачи мониторинга по созданию эффективного управления земельными ресурсами.



Рисунок 1 – Карта географического расположения Федоровского муниципального района Саратовской области

2. Прогнозирование и планирование развития территорий на основе оценки ресурсного потенциала земель, организация эффективного земледелия. Прогнозирование входит органической составной частью в систему планирования, является важной формой предплановых разработок. Будучи направленным на более отдаленную перспективу, получения экономических эффектов от земель на основе использования их ресурсного потенциала, прогнозирование позволяет избежать ошибок и просчетов в управлении земельными ресурсами. Оперативное картографическое отображение результатов прогнозов развития территорий с использованием ГИС позволяет осуществлять принятие соответствующих управленческих решений по развитию территорий на научном уровне. ГИС-технологии позволяют визуализировать картографическое отображение статистических данных, полученные в результате проведения экономических и социальных исследований для целей землеустройства. Оперативно обработать массивы статистических данных экономических и социальных исследований в масштабах как отдельных муниципальных образований, так и страны в целом, позволяют специализированные современные ГИС-приложения, обеспечивающие высокую информативность, наглядность и доступность выходного картографического материала.

3. Моделирование рационального использования и охрана земельных ресурсов. Рациональное использование земельных ресурсов предполагает всемерное улучшение использования земель по мере роста потребностей и

материально-технических возможностей общества. Моделирование использования земель основывается на возможностях ГИС автоматизировать расчеты количественных показателей земельных ресурсов и их последующей визуализации. Например, автоматизированный расчет урожайности и выхода валовой продукции с полей севооборотов с учетом почвенных условий местности. На этой основе планируется размещения полей и рабочих участков севооборотов. Первоначально строится цифровая модель землепользования, включающая тематические слои (топография, почвы, гидрография, карта землеустройства и др.). Размещение полей производится при наложении цифровых карт (топографической, рельефа, существующей карты землеустройства и почвенной). При этом на карте землеустройства отображаются основные направления обработки, проектируются внутрихозяйственные проезды от полей до производственных центров, проектируются лесополосы. Наложение карт при землеустроительном проектировании обеспечивает оптимальный учет направлений поверхностного стока, учет расположения топографических объектов (овраги, промоины и др.).

4. Качественная оценка земель, изучение их природно-экологического и экономического потенциала, оценка изменений состояния природной среды под влиянием хозяйственной деятельности человека. Отмечается, что оценка Земли в России проводится в соответствии с делением земельных ресурсов по категориям, то есть по целевому назначению (земли сельскохозяйственного назначения, земли населенных пунктов, земли промышленности, энергетики, земли особо охраняемых территорий, земли лесного фонда, земли водного фонда, земли запаса). Таким образом, объектом оценки выступает земельный участок. В основу оценки заложено его целевое использование, предусмотренное статусом категории, без согласования с основным массивом ресурса, то есть без учета его целостности. Требуется определить реальную экономическую ценность земель с учетом всего многообразия факторов, обеспечивающих комплексную оценку. Кроме экономических показателей в структуре земельной стоимости большое значение имеют показатели экологического состояния земель, находящихся в сельскохозяйственном использовании, качество оценки которых повышается с использованием ГИС-технологий.

Активное использование ГИС-технологий с уточнением производственных, экологических и социально-экономических функций землепользователя, позволяет провести более полную оценку земельных ресурсов и сформировать систему рационального земледелия, сочетающую в себе эффективность с экологической безопасностью.

5. Территориальное планирование, направленное на определение назначения территорий, исходя из совокупности социологических, экономических, экологических и иных факторов в целях обеспечения устойчивого развития территорий, развития инженерной, транспортной и социальной инфраструктур. ГИС-технологии позволяют перевести

организацию рационального использования земельных ресурсов на качественно новую основу с учетом всех составляющих.

В современных условиях использование ГИС-технологий в природообустройстве - это возможность принятия научно обоснованных, доказуемых проектных предложений, опирающихся на комплексный компьютерный анализ современного состояния земель и ориентированных на наиболее эффективное использование территорий. ГИС-технологии открывают новые возможности повышения практической производительности, экологичности и прибыльности использования земель.

Заключение:

Применение методов геоаналитики в вопросах рационального использования земельных ресурсов, мониторинга почвенного покрова, влияния агрометеорологических показателей в условиях глобального изменения климата на качество сельскохозяйственной продукции должно являться неотъемлемой частью принятия стратегических управленческих решений регионального уровня в сфере обеспечения продовольственной безопасности государства.

Список источников

1. Демакина, И. И. Геоинформационное обеспечение агропромышленного комплекса Саратовской области / И. И. Демакина, Б. В. Фисенко, И. А. Сметанин // Аграрный научный журнал. – 2025. – № 4. – С. 4-8. – DOI 10.28983/asj.y2025i4pp4-8. – EDN IUBETV.
2. Горюнова, А. А. Геоинформационные системы при мониторинге водных ресурсов на территории Саратовской области / А. А. Горюнова, И. И. Демакина, Б. В. Фисенко // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения : Материалы XIV Национальной конференции с международным участием, Саратов, 25–26 апреля 2024 года. – Саратов, 2024. – С. 281-285. – EDN KTVMKG.
3. Чумакова, П. А. Применение геоинформационных технологий в природообустройстве (на примере Саратовской области) / П. А. Чумакова, И. И. Демакина, Б. В. Фисенко // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения : Материалы XIV Национальной конференции с международным участием, Саратов, 25–26 апреля 2024 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2024. – С. 423-428. – EDN AJMPFF.
4. Геоинформационная система водопользования Саратовской области / И. И. Демакина, Б. В. Фисенко, Р. В. Дергай, И. Хамуш // Правовые, экономические и экологические аспекты рационального использования земельных ресурсов : VIII Международная научно-практическая конференция, Саратов, 26 мая 2023 года. – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2023. – С. 147-152. – EDN ATPWAT.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УПРАВЛЕНИИ СИСТЕМАМИ ОРОШЕНИЯ: ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ

Акбаян Максимкызы Сарсенгалиева, магистр технических наук, старший преподаватель

ЧВПОУ Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет,
г. Уральск, Казахстан

asarsengaliyeva92@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются современные тенденции применения технологий искусственного интеллекта (ИИ) в управлении системами орошения. Проанализированы предпосылки цифровизации агросектора и выделены ключевые направления развития интеллектуальных систем водопользования. Особое внимание уделено проблемам недостатка данных, сложности интерпретации алгоритмов и необходимости человеко-ориентированного подхода при проектировании ИИ-систем. Показано, что интеграция ИИ, интернета вещей и технологий объяснимого машинного обучения открывает новые возможности для повышения эффективности водопользования и устойчивости сельского хозяйства. Сделан вывод о необходимости формирования этических и правовых основ использования ИИ в агротехнологиях.

Ключевые слова: искусственный интеллект, орошение, машинное обучение, цифровизация, устойчивое сельское хозяйство, человеко-ориентированные системы.

Для цитирования: Сарсенгалиева А.М. Применение технологий искусственного интеллекта в управлении системами орошения: возможности и ограничения // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. С.161

Original article

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN IRRIGATION SYSTEM MANAGEMENT: OPPORTUNITIES AND LIMITATIONS

Akbayan Maksimkyzy Sarsengaliyeva, Master of Technical Sciences, Senior Lecturer

West Kazakhstan Innovative-Technological University, Uralsk, Kazakhstan

asarsengaliyeva92@gmail.com

Abstract. The article examines modern trends in the application of artificial intelligence (AI) technologies in irrigation system management. The prerequisites for the digitalization of the agricultural sector are analyzed, and key directions for the development of intelligent water use systems are identified. Particular attention is paid to the issues of data scarcity, the complexity of algorithm interpretation, and the need for a human-centered approach in the design of AI systems. It is shown that the integration of AI, the Internet of Things, and explainable machine learning technologies opens new opportunities for improving water use efficiency and agricultural sustainability. The study concludes with the necessity of establishing ethical and legal frameworks for the use of AI in agricultural technologies.

Keywords: artificial intelligence, irrigation, machine learning, digitalization, sustainable agriculture, human-centered systems.

For citation: Sarsengaliyeva A.M. Application of Artificial Intelligence Technologies in Irrigation System Management: Opportunities and Limitations // Fundamentals of Rational Nature Management: Proceedings of the XI National Conference with International Participation. – Saratov: Vavilov University, 2025. P.161

Введение

За последние годы искусственный интеллект (ИИ) стал неотъемлемой частью научных и технологических систем, формируя новое восприятие возможностей автоматизации и оптимизации человеческой деятельности. В сельском хозяйстве, особенно в сфере орошаемого земледелия, использование ИИ предлагает решения, способные существенно повысить эффективность распределения водных ресурсов, снизить потери, улучшить прогнозирование потребности растений в воде и минимизировать воздействие засух и климатических изменений [1, с. 5].

ИИ применяется в различных областях агротехники — от прогнозирования урожайности и мониторинга состояния почв до управления сложными ирригационными системами. Методы машинного обучения (ML) позволяют анализировать большие массивы данных, поступающих от датчиков, спутников, беспилотных летательных аппаратов и других источников, обеспечивая более точные и своевременные решения [5, с. 4].

Однако, несмотря на быстрое развитие технологий, внедрение ИИ в практику управления орошением остаётся ограниченным рядом факторов. Среди них — недостаток качественных данных, сложности в интерпретации результатов, высокие требования к инфраструктуре и отсутствие унифицированных правовых и этических норм. Многие существующие модели трудно адаптировать к различным агроэкологическим условиям, а фермеры и специалисты сталкиваются с проблемой доверия к «чёрным ящикам» ИИ-систем [6, с. 20].

Кроме того, социально-этические вопросы — такие как владение данными, прозрачность алгоритмов, влияние на занятость и устойчивое развитие — становятся всё более значимыми. Авторы подчеркивают

необходимость разработки человеко-ориентированных (human-centred) систем ИИ, которые учитывают опыт, поведение и ожидания конечных пользователей. Это позволит не только повысить точность моделей, но и сделать их понятными и полезными для фермеров, агрономов и управленцев.

Таким образом, современный вызов заключается не только в создании новых алгоритмов, но и в обеспечении интеграции ИИ-решений в реальную практику сельского хозяйства, с учётом технологических, экономических, правовых и социальных факторов. В этой статье авторы анализируют текущее состояние и направления развития ИИ в управлении орошением, выделяя ключевые проблемы, предпосылки и перспективы данного процесса.

Искусственный интеллект в орошаемом земледелии: текущее состояние

В последние годы применение искусственного интеллекта (ИИ) в орошаемом земледелии значительно расширилось, охватывая как управление водными ресурсами, так и оптимизацию процессов сельхозпроизводства. Основное внимание уделяется автоматизации и точному земледелию (precision agriculture), которые опираются на анализ больших данных, поступающих с датчиков, спутников и дронов [3, с. 10].

ИИ помогает:

- прогнозировать потребности растений в воде на основе климатических, почвенных и биофизических параметров;
- выявлять неэффективное использование воды или утечки в ирригационных сетях;
- определять оптимальные режимы полива для разных культур;
- анализировать влияние погодных изменений на урожайность и водный баланс.

Большинство современных систем используют машинное обучение (ML) — нейронные сети, деревья решений, SVM и другие методы. Эти алгоритмы позволяют обнаруживать скрытые закономерности в данных, формировать прогнозы и адаптировать их под конкретные условия. Например, алгоритмы глубокого обучения успешно применяются для распознавания влажности почвы по спутниковым снимкам или визуальному анализу растений, что снижает зависимость от физических сенсоров.

Одно из ключевых направлений развития — интеграция ИИ с интернетом вещей (IoT) [7, с. 25]. Сеть интеллектуальных датчиков, размещённых на полях, обеспечивает непрерывный поток информации о состоянии почвы, уровне воды, температуре и других параметрах. Системы на основе ИИ анализируют эти данные в режиме реального времени, выдавая рекомендации или автоматически управляя подачей воды. Такой подход повышает эффективность использования водных ресурсов и способствует устойчивому сельскому хозяйству, снижая расходы и негативное воздействие на окружающую среду [8, с. 24].

Тем не менее, авторы отмечают, что большинство разработок остаются экспериментальными или ограниченными пилотными проектами. Существуют

трудности в масштабировании решений из-за различий в инфраструктуре, климате, уровне цифровизации и экономических возможностях фермеров. Кроме того, в ряде случаев требуются локальные модели, учитывающие особенности конкретных агроэкосистем и культур.

Исследователи подчеркивают, что для успешного внедрения ИИ необходима комплексная экосистема — от сбора данных до визуализации и принятия решений, где ИИ играет роль не автономного «заменителя человека», а интеллектуального помощника, расширяющего возможности специалиста.

Проблемы и ограничения применения ИИ в системах орошения

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в системы орошения сталкивается с рядом технических, организационных, экономических и социальных барьеров.

1. Качество и доступность данных

ИИ-системы зависят от обширных и достоверных данных, однако в сельском хозяйстве нередко наблюдается их нехватка. Проблемы включают:

- неполные или нерегулярные измерения параметров;
- ошибки сенсоров и шум в данных;
- различие в форматах и стандартах хранения;
- недостаточную репрезентативность данных для разных регионов.

Без качественных и долгосрочных данных обучение моделей становится ограниченным, а перенос алгоритмов между хозяйствами — затруднённым.

2. Инфраструктурные ограничения

Многие сельскохозяйственные районы не располагают устойчивым интернет-соединением, достаточной вычислительной мощностью и надёжным электроснабжением, что делает сложным внедрение ИИ и IoT-систем [4, с. 12]. В регионах с ограниченными ресурсами требуются локальные, автономные решения, способные работать офлайн или с минимальной связью.

3. Отсутствие прозрачности и объяснимости

Сложные модели, такие как глубокие нейронные сети, действуют как «чёрные ящики» [6, с. 18]. Фермеры и специалисты часто не понимают, почему система рекомендует определённый режим полива. Это снижает уровень доверия и ограничивает практическое использование технологий. Проблему может частично решить развитие подходов объяснимого ИИ (Explainable AI), который делает работу алгоритмов понятной и визуализируемой.

4. Социальные и этические аспекты

Внедрение ИИ в сельское хозяйство поднимает вопросы:

- кому принадлежат данные, собираемые с датчиков и дронов;
- кто несёт ответственность в случае ошибок алгоритма;
- как сохранить приватность и безопасность информации.

Кроме того, существует риск социального неравенства: крупные хозяйства имеют доступ к современным технологиям, тогда как малые фермеры могут быть исключены из цифровой трансформации.

5. Правовое и институциональное регулирование

Темпы развития технологий ИИ опережают формирование законодательных и институциональных норм. Отсутствуют единые стандарты по обработке данных, сертификации алгоритмов и ответственности за решения, принятые системой. Это вызывает правовую неопределённость и тормозит внедрение ИИ в практику.

6. Экономические барьеры

Разработка и обслуживание ИИ-систем требуют значительных инвестиций. Для многих фермеров первоначальные затраты на оборудование, сенсоры, связь и обучение персонала остаются слишком высокими. В результате технологии чаще внедряются в экспериментальных хозяйствах или крупных агрохолдингах, а не в типичных фермерских условиях.

Перспективы и направления развития применения ИИ в управлении орошением

Несмотря на существующие трудности, потенциал применения искусственного интеллекта (ИИ) в управлении орошением остаётся огромным. При правильном подходе ИИ способен изменить принципы рационального водопользования, повысить урожайность и снизить экологические риски, обеспечивая переход к устойчивому и интеллектуальному сельскому хозяйству.

1. Человеко-ориентированный искусственный интеллект (Human-centred AI)

Будущее за системами, которые не заменяют человека, а взаимодействуют с ним. Такие решения должны учитывать мнение, опыт и интуицию пользователя, обеспечивая постоянную обратную связь между фермерами и алгоритмом. Итеративное взаимодействие помогает системе «учиться» у людей и адаптироваться под конкретные условия, культуры и климат.

Это направление особенно перспективно для малых хозяйств, где автоматизация должна быть простой, объяснимая и гибкая.

2. Объяснимый искусственный интеллект (Explainable AI, XAI)

Для повышения доверия пользователей необходимо, чтобы решения ИИ были понятны и визуализируемы. Объяснимые модели позволяют агрономам видеть, почему система рекомендует определённые действия (например, полив, дозировку воды, расписание). Это делает возможным сочетание экспертного опыта человека и аналитической мощности машины, формируя гибридный интеллект [6, с. 20].

3. Перенос обучения (Transfer Learning)

Этот подход даёт возможность использовать модели, обученные в одном регионе или на одной культуре, для применения в других условиях, где данных меньше. Перенос обучения особенно полезен для стран с ограниченными возможностями сбора данных — модель адаптируется к новому контексту, сохраняя точность и эффективность.

4. Интеграция ИИ с большими данными (Big Data Integration)

Ожидается дальнейшее развитие систем, способных объединять данные из множества источников: сенсоров, спутников, беспилотников, климатических станций и др. Современные архитектуры Big Data позволяют создавать динамические модели водного баланса и прогнозировать урожайность в реальном времени. Это открывает путь к интеллектуальным экосистемам управления ресурсами, которые объединяют ИИ, IoT и робототехнику.

5. Социально-этические и правовые инновации

Чтобы потенциал ИИ реализовался устойчиво, необходимо развитие этических и правовых основ. Должны быть определены принципы владения данными, конфиденциальности, ответственности и прозрачности алгоритмов. Без этого даже самые совершенные технологии могут вызвать социальное недоверие и сопротивление.

6. Образование и подготовка специалистов

Будущее сельского хозяйства требует нового типа кадров — агроинженеров, способных работать с ИИ, робототехникой, большими данными и цифровыми платформами [9, с. 48]. Программы обучения должны включать междисциплинарные подходы, объединяющие агротехнологии, информатику, экологию и экономику.

Заключение

Искусственный интеллект (ИИ) обладает значительным потенциалом для трансформации процессов планирования, мониторинга и управления сельскохозяйственными системами. Человеко-ориентированный ИИ, основанный на обучении с использованием данных и опыта пользователей, в сочетании с методами переноса обучения и объяснимыми моделями представляет собой перспективное направление развития интеллектуальных технологий.

Исследования и разработки в данной области могут быть более результативными при их фокусировании на трансдисциплинарных задачах, таких как управление орошаемым сельским хозяйством, где необходимо учитывать баланс между экономическими, экологическими, социальными и институциональными аспектами для достижения устойчивых результатов.

Развитие и коммерциализация сенсорных технологий, включая спутниковые системы наблюдения и полевые датчики, обеспечили значительный рост объёмов собираемых данных и стимулировали прогресс ИИ в прикладных областях. Вместе с тем эффективная интеграция этих данных и их преобразование в наглядные и практически применимые формы требуют дальнейшего совершенствования, особенно в части визуализации пространственно-временной изменчивости.

Несмотря на высокие темпы технологического развития, правовая и нормативная база в области применения ИИ развивается медленнее. Это вызывает беспокойство пользователей вопросами защиты данных, шифрования и конфиденциальности, что, в свою очередь, приводит к

снижению доверия и постановке этических и правовых вопросов, связанных с легитимностью и ответственностью разработчиков ИИ-технологий.

Реализация общественной пользы от внедрения ИИ возможна только при своевременном решении указанных проблем и формировании комплексной системы регулирования и этических норм его использования.

Список источников

1. Wei H., He L., Sun C. Irrigation with Artificial Intelligence: Problems, Premises, Promises // *Human-Centric Intelligent Systems*. – 2024. – Vol. 4. – P. 1–15. <https://doi.org/10.1007/s44230-024-00072-4>
2. Shafiee S., Berg A. I., Rahnama M. Artificial Intelligence for Irrigation Management: A Systematic Review // *Agricultural Water Management*. – 2023. – Vol. 287. – P. 108304. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108304>
3. Liakos K. G., Busato P., Moshou D., Pearson S., Bochtis D. Machine Learning in Agriculture: A Review // *Sensors*. – 2018. – Vol. 18, No. 8. – P. 2674. <https://doi.org/10.3390/s18082674>
4. Van Evert F. K., Fountas S. Precision Agriculture and Artificial Intelligence // *AI*. – 2021. – Vol. 2, No. 2. – P. 168–191. <https://doi.org/10.3390/ai2020010>
5. Zhang Y., Wang L., Wang X. Application of Artificial Intelligence in Smart Irrigation Systems // *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2022. – Vol. 198. – P. 107073. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107073>
6. European Commission. Ethics Guidelines for Trustworthy AI. – Brussels, 2019. – 41 p.
7. The Impact of Digital Technology on Water Resources Management: Evidence from China // *Water*. – 2024. – Vol. 16, No. 19. – P. 2867. <https://doi.org/10.3390/w16192867>
8. Хлыстун В.Н., Головин Н.В. Цифровизация агропромышленного комплекса России: состояние, проблемы и перспективы // *Вестник аграрной науки*. – 2023. – № 2(101). – С. 23–30.
9. Уразова Н.В., Мещерякова Т.И. Искусственный интеллект как инструмент повышения эффективности сельского хозяйства // *Инновации в сельском хозяйстве*. – 2022. – № 3. – С. 45–52.

© Сарсенгалиева А.М., 2025

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ОЧИСТКИ И МОНИТОРИНГА ВОДОЕМОВ

Асел Нурбулатовна Шатекова, м.т.н., старший преподаватель¹

¹Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет,
г. Уральск, Казахстан
¹kukesa777@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается разработка программного обеспечения для роботизированных систем очистки и мониторинга водоемов. Особое внимание уделяется созданию алгоритмов управления роботами, которые обеспечивают сбор мусора и контроль состояния водных объектов. Описаны задачи обработки данных с сенсоров, навигации, распознавания загрязнений и взаимодействия с оператором. Подчеркивается важность использования современных методов искусственного интеллекта и машинного обучения для повышения эффективности и автономности систем. Рассматриваются перспективы внедрения таких технологий в экологический мониторинг и охрану природных ресурсов.

Ключевые слова: Роботизированные системы, очистка водоемов, мониторинг водных ресурсов, программное обеспечение, управление роботами, искусственный интеллект, машинное обучение, алгоритмы навигации, экологический мониторинг, сенсоры.

Для цитирования: Шатекова А. Н. Разработка программного обеспечения для роботизированных систем очистки и мониторинга водоемов // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. С.168

Original article

SOFTWARE DEVELOPMENT FOR ROBOTIC SYSTEMS FOR WATER BODY CLEANING AND MONITORING

Asel Nurbulatovna Shatekova, Cand. Tech. Sci., Senior Lecturer

¹West Kazakhstan Innovative and Technological University, Uralsk, Kazakhstan
¹kukesa777@mail.ru

Abstract. This article discusses the development of software for robotic systems designed for cleaning and monitoring water bodies. Particular attention is paid to the creation of control algorithms that ensure effective waste collection and monitoring of water conditions. The paper describes tasks related to sensor data processing,

navigation, pollution detection, and interaction with operators. The importance of using modern artificial intelligence and machine learning methods to improve system efficiency and autonomy is emphasized. The article also explores the prospects for implementing such technologies in environmental monitoring and natural resource protection.

Keywords: robotic systems, water body cleaning, water resource monitoring, software development, robot control, artificial intelligence, machine learning, navigation algorithms, environmental monitoring, sensors.

For citation: Shatekova A. N. Software Development for Robotic Systems for Water Body Cleaning and Monitoring. // Fundamentals of Rational Nature Management: Proceedings of the XI National Conference with International Participation. – Saratov: Vavilov University, 2025. P.168

Разработка программного обеспечения для роботизированных систем очистки и мониторинга водоемов представляет собой сложную и актуальную задачу, стоящую на пересечении современных технологий и экологических потребностей. С каждым годом проблема загрязнения водных ресурсов становится все более острой из-за растущей урбанизации, промышленного воздействия и нерационального использования природных запасов [3]. В таких условиях традиционные методы очистки и контроля качества воды оказываются малоэффективными и затратными, что стимулирует создание автоматизированных решений, способных обеспечить быстрый и качественный мониторинг, а также эффективную уборку мусора.

Роботизированные системы, предназначенные для работы на водоемах, представляют собой автономные аппараты, которые способны самостоятельно перемещаться по поверхности воды или даже под ней, собирая мусор и анализируя состояние окружающей среды [8]. Основным вызов в разработке такого программного обеспечения заключается в создании алгоритмов, способных обеспечивать надежное управление роботами в динамичных и зачастую непредсказуемых условиях [2]. Для этого необходимо учитывать множество факторов: от изменения погодных условий и наличия препятствий на пути до разнообразия видов загрязнений и особенностей водной среды.

Программное обеспечение должно эффективно обрабатывать данные, поступающие с различных сенсоров, таких как камеры, датчики качества воды, GPS-модули и другие [6]. Обработка этих данных требует применения современных методов искусственного интеллекта и машинного обучения, которые позволяют распознавать различные типы мусора, оценивать уровень загрязнения и принимать решения о дальнейших действиях робота [1]. Например, при обнаружении крупного объекта на поверхности водоема робот может изменить маршрут и задержаться для более тщательной уборки, в то время как при ухудшении условий окружающей среды система может отправить сигнал оператору или вернуться на базу для диагностики.

Навигация в условиях водоемов требует особого внимания, поскольку роботы сталкиваются с различными препятствиями, такими как растительность,

волны или другие плавающие объекты. Алгоритмы управления должны обеспечивать безопасное и эффективное движение, избегая столкновений и минимизируя энергозатраты [5]. Это достигается за счет интеграции планирования маршрута, анализа сенсорных данных в реальном времени и автоматического корректирования курса.

Кроме того, важным аспектом является обеспечение коммуникации между роботами и оператором, а также координация работы нескольких аппаратов в случае использования роботизированного флота. Современные сети и протоколы передачи данных позволяют обеспечить обмен информацией и синхронизацию действий, что значительно повышает общую эффективность системы и расширяет возможности масштабирования [4,7].

Важным направлением развития является интеграция систем машинного зрения и глубинного обучения для повышения точности распознавания типов загрязнений и автоматической классификации объектов в водной среде. Это позволяет не только более эффективно собирать мусор, но и анализировать экологическую ситуацию с целью прогнозирования негативных изменений. В дополнение, использование облачных вычислений и технологий Интернета вещей (IoT) расширяет возможности мониторинга в реальном времени, обеспечивая непрерывный сбор, хранение и обработку больших объемов данных с многочисленных устройств и сенсоров. Такой подход способствует созданию комплексных платформ для экологического контроля, где роботизированные системы становятся частью единой экосистемы управления природными ресурсами, обеспечивая более быстрый отклик на экологические угрозы и более точное планирование мероприятий по их устранению.

В конечном итоге, разработка такого программного обеспечения позволяет создать системы, которые не только облегчают и ускоряют процессы очистки водоемов, но и обеспечивают постоянный контроль за состоянием водных ресурсов. Это способствует своевременному выявлению проблем, принятию обоснованных решений и снижению негативного воздействия человека на окружающую среду. Перспективы развития подобных технологий связаны с интеграцией новых сенсорных систем, развитием методов искусственного интеллекта и улучшением аппаратной базы роботов, что в будущем сделает их незаменимыми помощниками в сфере охраны природных ресурсов.

Список источников

1. Иванов, А. В. Применение искусственного интеллекта в экологическом мониторинге водных объектов // Экологический вестник. — 2020. — Т. 14, № 3. — С. 45–52.
2. Смирнова, Е. П., Петров, М. Н. Разработка навигационных алгоритмов для автономных роботов в водной среде // Вестник вычислительной техники и систем. — 2021. — Т. 8, № 2. — С. 27–34.

3. Кузнецов, И. В. Современные методы мониторинга качества воды с использованием робототехнических систем // Водные ресурсы и экология. — 2019. — № 4. — С. 12–18.
4. Михайлова, О. С. Использование беспилотных аппаратов для экологического мониторинга водоемов // Труды научно-технической конференции по робототехнике. — 2021. — С. 102–110.
5. Лебедев, В. А. Алгоритмы управления автономными роботами для очистки водных объектов // Автоматизация и управление. — 2020. — Т. 26, № 5. — С. 56–63.
6. Петров, С. Ю. Машинное обучение в задачах распознавания загрязнений на водных поверхностях // Журнал прикладной информатики. — 2018. — № 7. — С. 88–95.
7. Федорова, Н. Е. Информационные технологии в управлении водными ресурсами // Вестник информационных технологий. — 2022. — Т. 12, № 1. — С. 15–22.
8. Николаев, Д. И. Робототехнические системы для очистки и мониторинга окружающей среды // Современные технологии и инновации. — 2019. — № 9. — С. 34–40.

©Шатекова А.Н., 2025

Научная статья
УДК 504.75

РОЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ В ПРЕДОТВРАЩЕНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД И ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

**Индира Бауржанкызы Шынтемир, м.т.н., старший преподаватель¹,
Назерке Жазыкбаевна Ягшыбаева, студентка 4 курса ОП
«Вычислительная техника и информационные системы»².**

^{1,2}Западно Казахстанский инновационно-технологический университет.

г.Уральск, Казахстан

¹indira.88_88@mail.ru

²nazekazazykbaevna@gmail.com.

Аннотация. В статье рассматривается влияние автоматизированных систем на снижение уровня загрязнения водных ресурсов и предотвращение деградации земель. Показаны современные технологические решения на основе сенсоров, интернета вещей, искусственного интеллекта и робототехники, применяемые для экологического мониторинга и управления. Приведены примеры успешной реализации таких систем в различных странах, включая Нидерланды, Израиль и Китай. Отмечены основные барьеры внедрения в России, а также обозначены перспективы развития. Подчеркивается, что цифровизация и автоматизация природоохранных процессов являются важным условием устойчивого природопользования и экологической безопасности.

Ключевые слова: автоматизация, загрязнение вод, деградация земель, мониторинг окружающей среды, интернет вещей, робототехника, устойчивое природопользование, цифровые технологии, сенсорные системы, экологическая безопасность.

Для цитирования: Шынтемир И.Б., Ягшыбаева Н.Ж. Роль автоматизированных систем в предотвращении загрязнения вод и деградации земель// Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет. 2025. С.171

Original article

THE ROLE OF AUTOMATED SYSTEMS IN PREVENTING WATER POLLUTION AND LAND DEGRADATION

Indira Baurzhankyzy Shyntemir, Master of Science in Engineering, Senior Lecturer¹,

Nazereke Zhazykbayevna Yagshybayeva, 4th Year Student, Educational Program «Computer Engineering and Information Systems»²

^{1,2}West Kazakhstan Innovative and Technological University, Uralsk, Kazakhstan

¹indira.88_88@mail.ru

²nazekazazykbaevna@gmail.com.

Abstract. This article explores the impact of automated systems on reducing water pollution and preventing land degradation. It highlights modern technological solutions based on sensors, the Internet of Things, artificial intelligence, and robotics used for environmental monitoring and management. The article presents examples of successful implementation of such systems in various countries, including the Netherlands, Israel, and China. Key barriers to implementation in Russia are discussed, along with development prospects. The study emphasizes that digitalization and automation of environmental protection processes are essential conditions for sustainable natural resource use and environmental safety.

Keywords: automation, water pollution, land degradation, environmental monitoring, Internet of Things, robotics, sustainable resource management, digital technologies, sensor systems, environmental safety.

For citation: Shyntemir I.B., Yagshybayeva N.Zh. The Role of Automated Systems in Preventing Water Pollution and Land Degradation // Fundamentals of Rational Nature Management: Proceedings of the XI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025.P.171

Введение. В условиях ускоренного изменения климата, роста антропогенной нагрузки и увеличения потребления природных ресурсов особую актуальность приобретает проблема сохранения водных и земельных экосистем. Загрязнение вод и деградация земель ведут к утрате биологического

разнообразия, снижению продуктивности агроэкосистем и ухудшению качества жизни населения. В этой связи на первый план выходят технологии, способные повысить эффективность мониторинга, управления и принятия решений. Одним из ключевых направлений модернизации систем экологического управления является внедрение автоматизированных систем, сочетающих датчики, алгоритмы обработки данных, искусственный интеллект и элементы роботизации.

Природа загрязнения вод и деградации земель. Загрязнение водных ресурсов обусловлено множеством факторов: сбросом промышленных и сельскохозяйственных сточных вод, утечками из коммунальных систем, а также нарушением гидрологических режимов. Деградация земель, в свою очередь, включает процессы эрозии, засоления, истощения почвенного покрова и утраты плодородия вследствие нерационального землепользования. Традиционные методы контроля зачастую запаздывают, не обеспечивая своевременного реагирования и профилактики.

Автоматизированные системы мониторинга и контроля. Современные автоматизированные системы экологического мониторинга основаны на использовании датчиков (сенсоров), которые в реальном времени фиксируют параметры среды — уровень загрязняющих веществ в воде, влажность почвы, температуру, pH, содержание солей и тяжёлых металлов. Эти данные передаются через IoT-платформы (интернет вещей) на центральные серверы, где обрабатываются с применением алгоритмов машинного обучения и аналитических моделей.

Например, системы автоматического мониторинга водных объектов способны выявлять превышения ПДК (предельно допустимых концентраций) загрязняющих веществ ещё до того, как они достигнут критических значений, что позволяет оперативно принять меры — изменить схему водозабора, закрыть аварийные стоки или провести локальную фильтрацию.

Предотвращение деградации земель с помощью автоматизации. Для защиты земельных ресурсов применяются автоматизированные оросительные системы, дроны для аэрофотосъёмки, системы управления агротехническими мероприятиями. Благодаря сенсорному анализу состояния почвы можно точно определить необходимость в поливе, внесении удобрений или обработке. Это позволяет предотвратить избыточное внесение химикатов, которое часто становится причиной вторичного засоления почв и загрязнения подземных вод. Роботизированные установки и беспилотники активно используются для создания цифровых карт почв, мониторинга эрозионных процессов и определения участков, нуждающихся в рекультивации. Такие технологии не только повышают точность вмешательства, но и снижают трудозатраты, сокращают углеродный след и минимизируют воздействие на экосистему.

Автоматизация процессов мониторинга и управления обладает рядом значительных преимуществ. Во-первых, такие системы обеспечивают повышенную точность и непрерывность сбора данных, что достигается за счет высокой частоты измерений и минимизации влияния человеческого фактора.

Во-вторых, автоматический анализ информации позволяет своевременно выявлять начальные стадии загрязнений, что способствует раннему предупреждению экологических угроз и предотвращению масштабных катастроф. Кроме того, автоматизированные системы способствуют оптимизации использования ресурсов, улучшая управление процессами очистки, орошения и рекультивации, а также снижая затраты энергии и материалов. Наконец, интеграция с геоинформационными системами (ГИС) предоставляет возможность визуализации и пространственного анализа данных, что облегчает принятие обоснованных решений на местном и региональном уровнях.

Примеры успешной реализации. Примеры внедрения автоматизированных решений можно наблюдать в Нидерландах, где системы управления качеством воды в каналах позволяют оперативно регулировать сток в зависимости от погодных условий и уровня загрязнения. В Израиле широко используются умные системы капельного орошения, которые анализируют параметры почвы и адаптируют подачу воды в режиме реального времени. В Китае активно развиваются проекты по автоматизации мониторинга качества почв с использованием спутниковых данных и ИИ-аналитики.

Проблемы и перспективы развития. Несмотря на очевидные преимущества, внедрение автоматизированных систем связано с рядом вызовов: высокой стоимостью оборудования, необходимостью создания инфраструктуры передачи данных, нехваткой специалистов и рисками кибербезопасности. Однако развитие отечественного технологического сектора, переход к открытым платформам и государственные программы цифровизации сельского хозяйства и экологии создают условия для масштабного распространения таких систем.

Дальнейшее развитие автоматизированных систем связано с внедрением технологий искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения, что позволит улучшить прогнозирование и моделирование экологических процессов, а также повысить эффективность принятия управленческих решений. Кроме того, расширение сетей IoT и развитие беспроводных коммуникаций будут способствовать более масштабному и детальному мониторингу природных ресурсов.

Заключение. Автоматизированные системы играют ключевую роль в предотвращении загрязнения вод и деградации земель. Они позволяют перейти от реактивного к проактивному управлению природными ресурсами, обеспечить устойчивое развитие территорий и снизить экологические риски. В условиях глобальных изменений такие технологии становятся неотъемлемой частью экологической и экономической безопасности страны.

Список источников

1. Лебедев С. А., Иванова Т. В. Цифровизация мониторинга природных ресурсов: возможности и ограничения // Экология и промышленность России. — 2021. — Т. 25, № 3. — С. 56–63.

2. Мельников П. В. Автоматизированные системы управления в агроэкологии // Вестник аграрной науки. — 2020. — № 4. — С. 12–18.
3. Ожегов И. С., Кузнецова Н. А. Интеллектуальные системы мониторинга качества воды в условиях промышленной нагрузки // Вода и экология. — 2023. — № 2. — С. 40–47.
4. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2021 году. — М.: Минприроды России, 2022. — 688 с.
5. Zhang X., Liu Y., Wang H. Remote Sensing and AI for Monitoring Land Degradation // Journal of Environmental Management. — 2020. — Vol. 275. — P. 111–120.
6. Khanna M., Malano H. IoT-Based Smart Irrigation Systems: Applications and Challenges // Water Resources Management. — 2022. — Vol. 36, No. 2. — P. 299–314.
7. Ramesh A., Singh R. Automation and Robotics in Environmental Protection // International Journal of Environmental Science. — 2019. — Vol. 14, No. 1. — P. 23–31.
8. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Smart Agriculture and Sustainable Land Management [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.fao.org> (дата обращения: 25.09.2025).
9. World Bank. Digital Technologies in Water and Land Resource Management [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.worldbank.org> (дата обращения: 25.09.2025).
10. United Nations Environment Programme (UNEP). Preventing Land Degradation: Role of Automation [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.unep.org> (дата обращения: 25.09.2025).

©Шынтемир И.Б., Ягшыбаева Н.Ж., 2025

Секция 3
Современные направления совершенствования
строительных технологий и процессов

Научная статья
УДК 665.775.5

МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ ОХЛАЖДЕННЫХ КОМПОЗИЦИЙ С
ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫМ СОСТАВОМ НА БАЗЕ ЭМУЛЬСИОННОЙ
СИСТЕМЫ, ФОРМИРУЕМОЙ БЛАГОДАря ФЕНОМЕНУ
СПОНТАННОГО ЭМУЛЬГИРОВАНИЯ БИТУМНОГО МАТЕРИАЛА

Александр Владимирович Вихрев, к.т.н., доцент¹,

Юлия Сергеевна Кандрашкина, ассистент²

Арина Алексеевна Ичетовкина, ассистент³

^{1,2,3}Владимирский государственный университет им. Н.Г. и А.Г. Столетовых, г.
Владимир, Россия

user1268@gmail.com

juliakandrashkina@gmail.com

Voroninaarina8@gmail.com

Аннотация: В статье представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований, демонстрирующие возможность укладки органоминеральных материалов в непрогретом виде благодаря использованию битумной эмульсии, образующейся непосредственно в процессе приготовления смеси. Показано соответствие инновационно произведенного черного щебня требованиям ВСН 123-77 по физико-механическим характеристикам, оптимальным содержанием дисперсной фазы в битумной эмульсии – 50%, и экономией битума до 15%. Определен оптимальный диапазон пропорции между концентрацией раствора гидроксида натрия и количеством эмульгатора, зависящий от характеристик вяжущего и требуемого срока хранения смеси. На основании полученных данных рекомендовано применение черного щебня, изготовленного по предложенной технологии, для строительства и ремонта дорожных одежд.

Ключевые слова: битум, дорожное строительство, реконструкция, эмульгатор, эмульсия.

Для цитирования: Вихрев А.В., Кандрашкина Ю.С., Ичетовкина А.А. Методика создания охлажденных композиций с органоминеральным составом на базе эмульсионной системы, формируемой благодаря феномену спонтанного эмульгирования битумного материала // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.176

A METHOD FOR CREATING COOLED COMPOSITIONS WITH AN ORGANOMINERAL COMPOSITION BASED ON AN EMULSION SYSTEM FORMED THANKS TO THE PHENOMENON OF SPONTANEOUS EMULGATION OF BITUMINOUS MATERIAL

Alexander Vladimirovich Vikhrev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor¹,

Yulia Sergeevna Kandrashkina, assistant²

Arina Alekseevna Ichetovkina, assistant³

^{1,2,3}Vladimir State University. N.G. and A.G. Stoletovykh, g. Vladimir, Russia

user1268@gmail.com

juliakandrashkina@gmail.com

Voroninaarina8@gmail.com

Abstract: This article presents the results of theoretical and experimental studies demonstrating the feasibility of laying organomineral materials in an unheated state using a bitumen emulsion formed directly during the mixture preparation process. The innovatively produced black aggregate meets the requirements of VSN 123-77 for its physical and mechanical properties, with an optimal dispersed phase content in the bitumen emulsion of 50% and bitumen savings of up to 15%. The optimal ratio between the sodium hydroxide solution concentration and the amount of emulsifier is determined, depending on the binder characteristics and the required shelf life of the mixture. Based on the obtained data, the use of black aggregate produced using the proposed technology is recommended for the construction and repair of road surfaces.

Keywords: bitumen, road construction, reconstruction, emulsifier, emulsion.

For citation: Vikhrev A.V., Kandrashkina Y.S., Ichetovkina A.A. Methodology for creating cooled compositions with an organomineral composition based on an emulsion system formed due to the phenomenon of spontaneous emulsification of bitumen material// Fundamentals of rational nature management: Proceedings of the XI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2025, p.176

В сфере дорожного строительства сегодня активно задействуются разнообразные материалы. Основания и покрытия современных дорог часто создаются с использованием универсальных органоминеральных смесей, таких как битумные пасты, шламы и черный щебень. Их применение возможно как в холодном, так и в теплом виде при строительных и ремонтных работах.

Индустрия также обращается к альтернативным органическим вяжущим компонентам, включая тяжелые нефти, гудроны и смолы. Параллельно с этим расширяется использование битумных композиций: от комплексных вяжущих (с

добавлением серы, резины, природных битумов, а также битумокаучуковых и битумополимерных составов) до битумных эмульсий.

Органоминеральные смеси - целесообразное название для материалов, объединяющих органические вяжущие компоненты. Асфальтобетон представляет собой лишь один из вариантов битумоминеральных материалов, которые, в свою очередь, формируются при использовании битумной основы с добавлением нестандартных компонентов.

Технологичность, высокая эксплуатационная надежность и возможность применения местных ресурсов - лишь некоторые из достоинств дорожных покрытий из органоминеральных составов. Такие покрытия отличаются ровной поверхностью с регулируемой шероховатостью, а также позволяют оперативно проводить восстановительные и ремонтные работы.

В дорожной отрасли как в России, так и за границей широко применяются органоминеральные смеси (ОМС). Тем не менее, отсутствует четкая классификация этих материалов, а некоторые разновидности до сих пор не имеют точных определений.

На сегодняшний день существует разделение органоминеральных смесей по содержанию воды. Водосодержащие ОМС разделяются на два основных типа: обширную категорию эмульсионно-минеральных материалов (ЭМС) и составы на основе увлажненных минеральных компонентов.

Для увлажнения минеральных компонентов во второй категории используется минимальное количество влаги, близкое к оптимальному показателю влажности этих материалов или слегка превышающее его. В противоположность этому, в первой категории вода выступает как ключевой элемент вяжущего состава, достигая половины общей массы.

Более рациональным подходом к классификации эмульсионно-минеральных смесей (ЭМС) является разделение по структурным характеристикам получаемого материала на связные и литые, вместо традиционного деления по типам эмульсий, которое создает излишне сложную систематизацию.

В последние годы для защиты дорожных покрытий от неблагоприятных климатических условий и эксплуатационных воздействий, а также для создания необходимой шероховатости, широкое применение получили тонкослойные покрытия. Эти защитные слои формируются преимущественно из двух типов смесей.

Первый тип включает смеси без содержания воды, такие как битумоминеральные открытые (БМО) и щебеночно-мастичные составы. Второй тип представлен эмульсионно-минеральными смесями (ЭМС), которые подразделяются на связные и литые. К связным относятся плотные эмульсионно-минеральные смеси, черный щебень и ms. Литые варианты включают сларри сил (ss) и ЛЭМС - специальные составы, разработанные институтом Гипродорнии с учетом российских условий эксплуатации.

ЛЭМС, представляющие собой комбинацию эмульсионного вяжущего, тщательно подобранного минерального материала и воды, доступны в двух

вариациях: песчаные и щебеночные. В их составе обычно присутствует 6-10% битума и около 20% воды. При формировании минеральной части контролируется лишь содержание частиц крайних размеров.

Зарубежные аналоги ЛЭМС включают смеси сларри сил и ms. Интересно отметить эволюционную последовательность: изначально были разработаны сларри сил, которые послужили фундаментом для создания ЛЭМС, а затем на базе сларри сил возникли смеси ms. Эти материалы используются наряду с щебеночно-мастичным асфальтом (ЩМА) и различными видами поверхностных обработок.

В составе влажных органоминеральных композиций (ВОМС), представляющих собой многокомпонентные системы, присутствуют увлажненные минеральные материалы с тщательно подобранным гранулометрическим составом, активаторы или ПАВ, а также жидкое органическое вяжущее. К этой малочисленной категории также относятся составы на основе вспененных битумов и разжиженных битумных смесей (известных как "Naß-Sand" или влажный песок).

Характерная особенность увлажненных смесей – наличие воды, добавляемой в минеральные компоненты в количестве, приближенном к оптимальной влажности используемых материалов. При этом гранулометрический состав минеральной части в смесях сларри сил и ms определяется по кривым плотных смесей, что отличает их от технологии ЛЭМС.

В состав минеральной части ВОМС входят частицы размером 5-40 мм и мельче 0,071 мм, причем их содержание строго контролируется. Смеси преимущественно состоят из песка, с возможностью добавления щебня или гравия не более 40%. Специальные добавки используются при приготовлении разжиженных битумов, которые вместе с неокисленными вяжущими наиболее эффективны для таких смесей. Стандартный вискозиметр показывает, что вязкость вяжущего составляет от 40 до 120 секунд по показателю истечения.

Нефтегравий, материал схожий с ВОМС, успешно используется в Финляндии более трех десятилетий. Его особенность в том, что он может содержать до 60% щебня с размером частиц 10-20 мм, при условии соответствия гранулометрического состава требованиям плотных смесей.

Безводные составы, применяемые для улучшения дорожного полотна, делятся на два типа: битумоминеральные материалы и те, что создаются методом поверхностной обработки. Данные смеси, исключая присутствие воды, изготавливаются преимущественно с использованием жидких органических связующих. Их назначение – усиление дорожных конструкций, коррекция профиля дороги и оптимизация фрикционных характеристик покрытия. Для эффективности таких составов требуется органическое вяжущее с минимальной вязкостью, но высокими адгезионными свойствами, что обеспечивается внесением особых добавок.

За рубежом, в ответ на растущую необходимость профилактических работ на скоростных магистралях с высоким трафиком, были созданы инновационные

битумоминеральные и асфальтобетонные смеси. Эти материалы, основанные на чистом битуме или смолах, применяются в виде тонких (40 мм) и сверхтонких (20-25 мм) покрытий.

Прерывистая гранулометрическая структура минерального компонента считается оптимальным решением для таких смесей. При этом содержание вяжущего элемента в тонкослойных покрытиях может значительно колебаться – от 3% до 12%.

Технология сверхтонких слоев занимает промежуточное положение между поверхностной обработкой и тонкими слоями БММ. Однако реализация этой технологии требует исключительно высокого уровня организации производственного процесса.

В современном мире наблюдается тенденция к расширению применения специализированных битумных составов, среди которых особое место занимает щебеночно-мастичный асфальт (ЩМА).

Органоминеральные смеси, произведенные на смесительных установках, демонстрируют значительно более высокое качество дорожных слоев по сравнению с методами обработки непосредственно на дорожном полотне (такими как пропитка или смешение на месте). Это объясняется более эффективным покрытием минеральных компонентов органическим связующим, что обеспечивает улучшенную адгезию.

Для увеличения срока службы дорожных покрытий и повышения их устойчивости к образованию трещин широко используется метод армирования битумоминеральных материалов волокнистыми минеральными добавками, что также становится все более популярным подходом в дорожном строительстве.

Битумоминеральные материалы включают в себя черный щебень и материалы, созданные с использованием методов пропитки и поверхностной обработки. Отличительной особенностью черного щебня является отсутствие мелких фракций в его составе. Что касается битумоминеральных смесей, они практически идентичны асфальтобетонным по количеству щебня и минерального порошка, при этом требуют укладки в соответствии с предельными кривыми плотных смесей. Стоит отметить, что слои из черного щебня, обработанного органическим вяжущим в установке, демонстрируют модуль упругости в 1,4-1,5 раза выше, чем слои из щебня аналогичной марки, созданные методом пропитки [1].

Органические вяжущие, включая битумные эмульсии, используются для предварительной обработки щебня. Каркасную пористую структуру имеет покрытие, созданное из такого черного щебня. Пористый каркасный материал формируется методом пропитки, когда органическое вяжущее проникает в поры уложенного слоями щебня расчетной толщины. Этот метод включает розлив вяжущего, которое просачивается в щебеночный слой, создавая покрытие, по структуре аналогичное черному щебню.

Битумоминеральные открытые смеси (БМО), созданные специалистами НПО Росдорнии, представляют собой высокопористый материал с содержанием

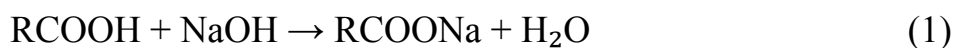
щебня 55-85% от общей массы. Эти инновационные составы служат для улучшения фрикционных характеристик дорожного полотна.

Тонкослойное микрошероховатое покрытие или поверхностная обработка – два возможных типа применения БМО. Когда дорожное покрытие нуждается в защите от негативного влияния эксплуатационных и погодных условий, на его поверхность наносится специальный защитный слой, выполняющий также функцию слоя износа. Этот слой можно реализовать через одиночную или многослойную поверхностную обработку, которая фактически становится тонким покрытием дороги.

В России и за рубежом активно используются различные дорожно-строительные материалы и связанные с ними технологии. Однако существует актуальная проблема: необходимость разработки качественных органоминеральных смесей, допускающих длительное хранение и транспортировку на большие расстояния.

Современные ОМС на основе жидких и вязких битумов имеют серьезные ограничения. Они требуют строгого соблюдения температурных режимов при укладке, чувствительны к влажности, а формирование слоев из таких материалов занимает продолжительное время – до трех недель. Эти недостатки подчеркивают необходимость создания инновационных смесей, которые можно применять в холодном состоянии при различных температурах и повышенной влажности окружающей среды.

Инновационная методология создания органоминеральных композиций предлагается как решение существующей проблемы. В основе этой методологии лежит феномен спонтанного эмульгирования битума. Химическая реакция нейтрализации (1) отражает механизм данного процесса, что было установлено в ходе научных изысканий, проведенных А.В. Бернштейном, С.В. Егоровым и другими исследователями [1/].



Формирование поверхностной активности на границе между жидкими фазами вызывает явление спонтанного эмульгирования. Этот процесс непосредственно связан с протеканием химической реакции образования солей.

Инновационная методика позволяет формировать битумную эмульсию прямо в процессе смешивания с минеральными компонентами. Данный подход базируется на химической реакции между щелочными элементами воды и кислотными составляющими битума, которые могут быть как естественными, так и специально добавленными. Самопроизвольное эмульгирование отличается от традиционных методов тем, что не требует значительных механических усилий и большого количества поверхностно-активных веществ, что делает процесс более эффективным [2].

Технологический процесс создания органоминеральной композиции предусматривает особую последовательность действий. Изначально требуется подготовить минеральный компонент оптимальной структуры и нагреть его до

температурного диапазона 95-98°C. Параллельно необходимо разогреть до рабочей температуры вязкий битум и обогатить его анионактивными поверхностно-активными веществами. При этом следует учитывать, что эмульгирование в такой системе активируется не только механическим воздействием смесительного оборудования, но и физико-химическим эффектом Марангони-Гиббса, при котором происходит замещение водяной пленки на поверхности минеральных частиц тонким слоем связующего вещества.

Минеральный материал, предварительно нагретый, смешивают с раствором NaOH (едкого натра) в воде. Для придания органоминеральной смеси необходимых характеристик, влажный минеральный материал затем тщательно перемешивают с битумом, что способствует формированию битумной эмульсии.

Исследуя различные составы битумных эмульсий, приготовленных согласно стандартам ГОСТ 18659-81, были определены диапазоны изменения ключевых факторов, влияющих на качества получаемой эмульсии. В процессе обработки битума в качестве поверхностно-активных веществ (ПАВ) применялись кубовые остатки СЖК (синтетических жирных кислот).

Для оценки воздействия различных компонентов на характеристики органоминеральной композиции были выполнены экспериментальные работы. Исследования фокусировались на измерении процента отделения битумного покрытия от минеральной основы. Результаты этих испытаний представлены в таблицах 1 и 2 [3].

В экспериментах использовались следующие вещества: водный раствор гидроксида натрия (NaOH) в концентрации 0,2-0,4% от массы воды, калиевые соли жирных кислот (КО СЖК) в количестве 1,5-3,0% от массы битума, а также соляная кислота (HCl) в пропорции 2,0-4,0% от массы битума. Важно отметить, что процентное содержание поверхностно-активных веществ (ПАВ) указано относительно массы битумного компонента.

Таблица 1

Номер состава	Концентрация раствора NaOH, %	Концентрация КО СЖК в битуме, %	Отслоение пленки битума, %
1	0,2	2	30
2	0,3	2	27
3	0,4	2	22
4	0,2	3	12
5	0,3	3	5

Таблица 2

Номер состава	Концентрация раствора NaOH, %	Концентрация NaOH в битуме, %	Отслоение пленки битума, %
1	0,2	2	18
2	0,3	2	15
3	0,4	2	8

4	0,2	4	4
5	0,3	4	2
6	0,4	4	0

Исследования адгезионных свойств в органоминеральных составах выявили прямую зависимость сцепления битума с минеральной поверхностью от двух ключевых факторов: концентрации гидроксида натрия и количества введенных поверхностно-активных веществ. При сравнительном анализе, где эталоном служил черный щебень, максимальные показатели адгезии продемонстрировал состав под номером 6, представленный в таблицах 1 и 2. В результате экспериментов был определен идеальный баланс компонентов для производства черного щебня по инновационной технологической схеме.

Согласно ГОСТ 8269-87, использовался известняковый щебень М-600 с зернами максимальной величины 20 мм и оптимальным зерновым составом. Компоненты смеси включали: битум БНД 200/300 (ГОСТ 22245-76) в количестве 4,5% от массы щебня, КО СЖК (ОСТ 380782-80) – 3,0% от массы битума, а также водный раствор NaOH – 0,4% от массы воды.

Экспериментальные исследования черного щебня, изготовленного по инновационной технологии, были проведены после трехнедельного хранения образцов. Материал продемонстрировал превосходную удобоукладываемость и минимальную склонность к слеживанию. В таблице 3 представлены некоторые результаты проведенных испытаний.

Таблица 3

№	Наименование показателя	Значение показателя
1	Средняя плотность, кг/см ³	2430
2	Марка по морозостойкости, количество циклов замораживания и оттаивания	60
3	Марка по дробимости	600
4	Марка по прочности	600

Теоретические и экспериментальные исследования позволили сформулировать несколько ключевых заключений. Применение предложенной методики обеспечивает возможность укладки материала в непрогретом виде даже при избыточной влажности атмосферы, что обусловлено использованием битумной эмульсии в качестве связующего компонента. Примечательно, что при формировании органоминеральной смеси происходит естественное образование данной эмульсии непосредственно в технологическом процессе. В ходе последующего уплотнения и укладки наблюдается дезинтеграция эмульсионной структуры, сопровождающаяся выделением как вязкого битумного компонента, так и несвязанной влаги [4].

Щебень черного цвета, произведенный по инновационной методике, полностью соответствует нормативам ВСН 123-77 по ключевым физико-

механическим характеристикам для материалов покрытий и оснований, обработанных органическими связующими. Для получаемой битумной эмульсии оптимальным является содержание дисперсной фазы на уровне 50%. Технология позволяет достичь экономии битума в пределах 10-15%. Важно отметить, что пропорция между концентрацией раствора гидроксида натрия и количеством эмульгатора, добавляемых в битум, определяется характеристиками используемого вяжущего и планируемым сроком хранения смеси, и должна находиться в диапазоне 0,3-0,4%.

На основании проведенных исследований можно рекомендовать применение черного щебня, изготовленного по предлагаемой технологии, для строительства и ремонта конструктивных слоев дорожных одежд.

Список источников

1. Бернштэйн, А.В. Самопроизвольное эмульгирование битумов [Текст] / А.В. Бернштэйн. – Киев : Наукова думка, 1969. – 70 с.
2. Вихрев, А.В. Эмульсионноминеральные смеси, приготовленные на основании эффекта самопроизвольного эмульгирования битума [Текст] / А.В. Вихрев, А.К. Славуцкий // Автомобильные дороги. – 1994. – № 1. – С. 13-15.
3. Вихрев, А.В. Строительство и ремонт покрытий дорог низких технических категорий из эмульсионноминеральных смесей, получаемых на основании принципа самоэмульгирования битума : автореф. дис. канд. техн. наук [Текст] / Вихрев А.В. – Москва, 1995. – 18 с.
4. RU 2071455 C1, МПК C08L95/00. Способ приготовления органоминеральной смеси / А.В. Вихрев, А.К. Славуцкий Н.В.; заявитель Московский государственный автомобильно-дорожный институт (Технический университет). - опубл. 1993 г.

© Вихрев А.В., Кандрашкина Ю.С., Ичетовкина А.А., 2025

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ СВЕТОПРОЗРАЧНОГО БЕТОНА. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Надежда Николаевна Володина, магистрант¹

Елена Владимировна Балабенко, д-р экон. наук, доцент²

^{1,2}Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина. г. Краснодар, Россия

¹nadezdavolodina02@gmail.com

²balabenko_e@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрена история создания светопрозрачного бетона. Описан состав бетонной светопрозрачной смеси. Приведена сравнительная характеристика традиционного тяжелого бетона с светопрозрачным бетоном. Схематически представлены основные этапы производства светопрозрачного бетона.

Ключевые слова: светопрозрачный бетон, технология производства, отделочные материалы.

Для цитирования: Володина Н.Н., Балабенко Е.В. История создания светопрозрачного бетона // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с. 185

Original article

THE HISTORY OF TRANSPARENT CONCRETE. PRODUCTION TECHNOLOGY

Nadezhda Nikolaevna Volodina, Magistracy¹

Elena Vladimirovna Balabenko, Doctor of Economics, Associate Professor²

^{1,2} Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin. Krasnodar, Russia

¹nadezdavolodina02@gmail.com

²balabenko_e@mail.ru

Annotation. The article discusses the history of the creation of translucent concrete. It describes the composition of a translucent concrete mixture. It provides a comparative analysis of traditional heavy concrete and translucent concrete. The main stages of translucent concrete production are shown in schematic form.

Keywords: translucent concrete, production technology, and finishing materials.

For citation: Volodina N.N., Balabenko E.V. The History of the Creation of Translucent Concrete // Fundamentals of Sustainable Natural Resource Management:

Впервые светопрозрачный бетон был разработан в 2001 году венгерским архитектором Ароном Лосончи совместно с учеными из Будапештского технического университета. Идея создания прозрачного бетона пришла к нему во время обучения в университете, и в дальнейшем, в 2002 году ученый разработал и запатентовал методику производства материала «LiTraCon» [1-3].

В 2004 году в честь вступления Венгрии в Европейский союз, была изготовлена и установлена в Мадриде на Площади Кастилии возле башен-близнецов инсталляция из блоков LiTraCon «Ворота Европы» (рис. 1) – скульптура высотой 4 метра.

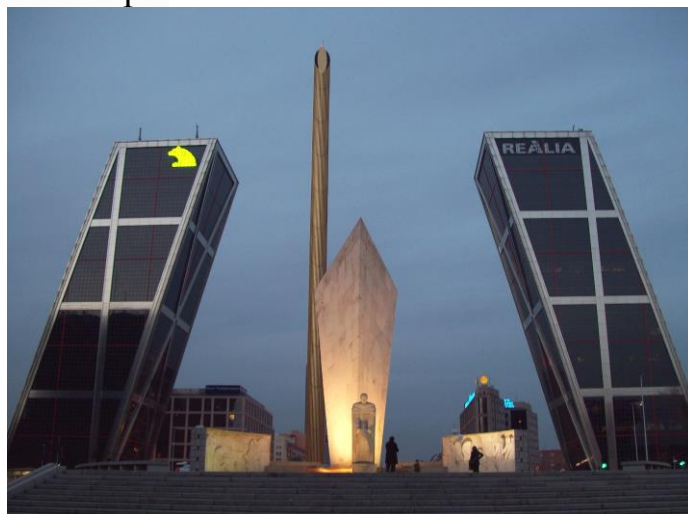


Рисунок 1 – Инсталляция из блоков LiTraCon с подсветкой «Ворота Европы»

В 2007 году в Германии Андреас Ройе и Мариян Барле запатентовали технологию производства прозрачного строительного элемента (Патент RU 2 457 107C2 [4]). Создав компанию LUCEM, ученые начали производить светопропускающий бетон в виде панелей разных цветов и толщин (рис. 2).



Рисунок 2 – Система фальшполов LUCEM

Следуя мировым тенденциям, начиная с 2015 года, в России светопрозрачный бетон производит компания ООО «ИЛЛЮМИНАРТ». В 2022 году был зарегистрирован товарный знак «LUMICOM» (Номер товарного знака: 918048) [5]. На предприятии производят отделочные плиты и малые архитектурные формы из светопроводящего бетона (рис. 3).



Рисунок 3 – Скамья с основаниями из светопроводящего бетона Lumicon

Технологии перечисленных производителей позволяют создавать удивительные эффекты посредством игры естественного и искусственного освещения на поверхностях из светопрозрачного бетона.

Основной компонент, делающий бетон «прозрачным» или светящимся – это тысячи встроенных оптических волокон, которые проходят через бетон во всю его толщину. Эти волокна работают по принципу световода, пропуская свет от одной стороны блока к другой. Оптические волокна имеют свойства пропускать свет на расстояния до нескольких метров без потери интенсивности, что делает материал идеальным для использования в качестве заграждений или декоративных элементов в больших зданиях.

Несмотря на специфический внешний вид, блоки светопрозрачного бетона изготавливают по классической мелкозернистой-композитной технологии, благодаря чему они имеют все базовые свойства обычного бетона.

В состав бетонной светопрозрачной смеси входят: портландцемент, кварцевый песок, мраморная крошка, пластификаторы, вода, оптоволоконные нити.

В таблице 1 приведены основные сравнительные характеристики тяжелого и светопрозрачного бетонов марки М250.

Таблица 1 – Технические характеристики блоков светопрозрачного бетона и блоков тяжелого бетона [6]

Проверяемые параметры	Тяжелый бетон	Светопрозрачный бетон
Класс (марка) по плотности на сжатие	B20 (M250)	B20 (M 250)
Средняя плотность	2300 кг/м ³	2050-300 кг/м ³
Влагопоглощение	4-8 %	< 6 %
Морозостойкость	F100	> F75
Водонепроницаемость	W4	W4-W8
Теплопроводность	1,51 Вт/(м·°C)	0,2 -1,51 Вт/(м·°C)
Индекс звукоизоляции	53 дБ	48-52 дБ

Светопрозрачный бетон по стандарту DIN EN 13501-1 соответствует классу пожаростойкости А1 - негорючий без ограничений.

Производство светопрозрачного бетона в промышленных масштабах требует наличия оборудования и приспособлений (рис. 4).

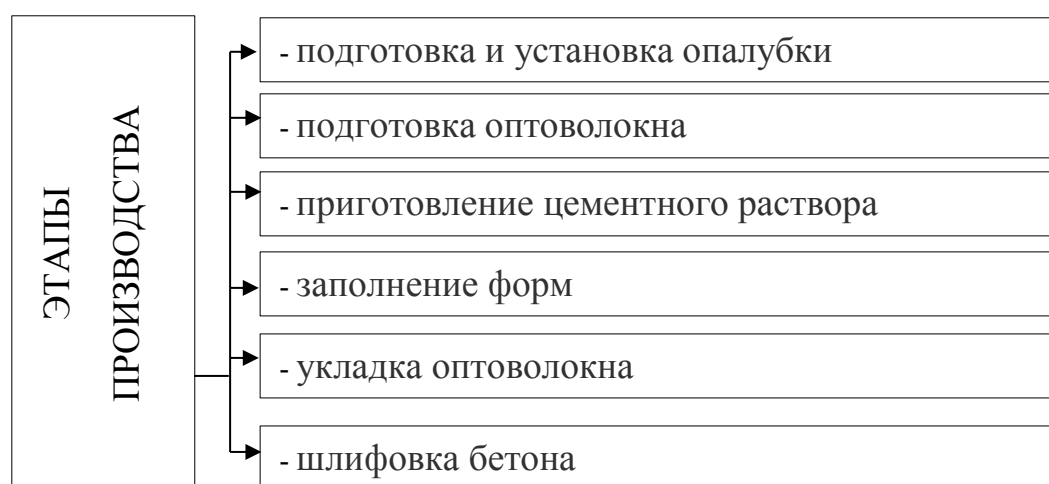


Рисунок 4 – Основные этапы производства светопрозрачного бетона [7-10]

На объектах готовые элементы из светопрозрачного бетона укладывают при помощи обычных кладочных смесей или эпоксидных смол. Так же выполняют монтаж панелей на каркасные и навесные конструкции. Поверхности покрывают прозрачным лаком или другими материалами, которые придадут защиту поверхности от внешних воздействий и подчеркнут особый декоративный вид.

Среди примеров использования прозрачного бетона можно выделить создание оригинальных светильников и других элементов для декора интерьера.

При помощи светопрозрачного бетона создаются незабываемые интерьеры, экстерьеры и другие архитектурные композиции.

Но несмотря на особенности применения, светопрозрачный бетон имеет очень высокую стоимость и сложную технологию производства, которая применяется только в заводских условиях.

Безусловно, светопрозрачный бетон достоин расширения сферы применения. Можно рассмотреть альтернативные способы производства, направленные на упрощение и удешевление технологии производства. Светопрозрачный бетон вполне может быть использован в отделке помещений, финишных покрытиях стен и пола, создании декоративных светопропускных простенков, козырьков, крыш и т.д.

Список источников

1. Losoncz, A. (2012). U.S. Patent no. 8,091,315. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office
2. Балабенко, Е. В. Необходимость применения государственно-частного и муниципально-частного партнерства в жилищном строительстве / Е. В. Балабенко // Вестник гражданских инженеров. – 2018. – № 4(69). – С. 215-222
3. Балабенко, Е. В. Организационно-институциональный механизм развития государственно-частного партнерства в отраслевой среде / Е. В. Балабенко. – Донецк : ФЛП Артамонов Д.А., 2021. – 283 с.
4. Перспективные технологии и новые разработки. Патентный отдел – URL: <http://www.sibpatent.ru/patent.asp?mpkcls=B28B&nPubl=2457107&ptncls=B28B023/00&sort=2>
5. Товарный знак – URL: <https://reg-znaki.ru/trademarks/?action=details&uid=855265>
6. Описание и свойства прозрачного бетона – URL: <https://beton-vlg.ru/info/articles/monolit-grupp/opisanie-i-svoystva-prozrachnogo-betona/>
7. Балабенко, Е. В. Управление недвижимостью : Учебное пособие / Е. В. Балабенко. – Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, 2021. – 319 с.
8. Балабенко, Е. В. Методика оценки строительного комплекса: корпоративный уровень / Е. В. Балабенко, А. В. Бородацкая, Н. В. Брайла // *π-Economy*. – 2024. – Т. 17, № 1. – С. 113-125
9. Моделирование и расчет железобетонных конструкций здания в программном комплексе STARK ES : Учебник / Г. В. Дегтярев, В. Г. Дегтярев, О. Г. Дегтярева [и др.] ; Под общ. ред. Г. В. Дегтярева. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2018. – 188 с.
10. Implementation of investment and construction projects as part of the interior image formation / S. Ovchinnikova, A. Sekisov, I. Shinkareva [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : XIII International Scientific Conference Architecture and Construction 2020, Novosibirsk, 22–24 сентября 2020 года. Vol. 953. – BRISTOL: IOP Publishing Ltd, 2020. – P. 012082

© Володина Н.Н., Балабенко Е.В., 2025

ГИПЕРПРЕССОВАННЫЙ КИРПИЧ – ИННОВАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Ольга Сергеевна Гарнец, преподаватель¹,
Альфия Идрисовна Балабекова, преподаватель²

¹ГБПОУ Ростовской области "Азовский гуманитарно-технический колледж", г. Азов, Россия

²Пугачевский гидромелиоративный техникум им. В.И. Чапаева-филиал ФГБОУ ВО Саратовский государственный университет генетики, биотехнологий и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Пугачев, Россия

¹Olga.garnets@yandex.ru

²Balabekovaai@yandex.ru

Аннотация. В статье приведены особенности гиперпрессованного кирпича, его преимущества и недостатки, а также результаты исследования для определения перспектив использования гиперпрессованного кирпича в строительстве зданий и сооружений.

Ключевые слова: гиперпрессованный кирпич, строительство, здания, строительные материалы, керамический кирпич.

Для цитирования: Гарнец О.С., Балабекова А.И. Гиперпрессованный кирпич – инновационный материал в сфере строительства зданий и сооружений// Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. С.190

Original article

HYPER-PRESSED BRICK IS AN INNOVATIVE MATERIAL IN THE CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

Olga Sergeevna Garnets, teacher¹,
Alfiya Idrisovna Balabekova, teacher²

¹ State budgetary professional educational institution of the Rostov Region "Azov Humanitarian and Technical College", Azov, Russia

² Pugachevsky Hydromeliorative College named after V.I. Chapaev-branch of the Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Pugachev, Russia

Annotation. The article presents the features of hyper-pressed bricks, their advantages and disadvantages, as well as the results of a study to determine the prospects for using hyper-pressed bricks in the construction of buildings and structures.

Keywords: hyper-pressed brick, construction, buildings, building materials, ceramic bricks.

For citation: Garnets O.S., Balabekova A.I. Hyper-pressed brick is an innovative material in the construction of buildings and structures// Fundamentals of Sustainable Natural Resource Management: Proceedings of the 11th National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025. P.190

В настоящее время строительный рынок демонстрирует избыточность предложений, касающихся традиционных строительных материалов. Однако параллельно с этим наблюдается активное развитие инновационных концепций, которые находят практическое применение в строительной индустрии. Одной из таких перспективных инновационных идей является использование гиперпрессованного кирпича в качестве конструкционного материала для возведения зданий и сооружений.

Цель исследования состоит в выявлении преимуществ использования гиперпрессованного кирпича и определении перспектив его использования в строительстве зданий и сооружений. Объект исследования: гиперпрессованный кирпич. Задачи исследования: изучить особенности гиперпрессованного кирпича; сравнить инновационный гиперпрессованный кирпич с традиционным керамическим обжиговым; провести мониторинг общественного мнения, мнения поставщиков кирпича, мнения ученых о гиперпрессованном кирпиче.

Актуальность исследования на тему: ««Гиперпрессовка» – кирпич нового поколения» заключается в том, что исследование современных материалов в строительной области играет важную роль. Мероприятия такого характера являются необходимым условием дальнейшего развития строительной области в научном и технологическом воспроизводстве [1, с. 157-159].

Для подтверждения актуальности исследования был проведен мониторинг. Так, опрашиваемым предлагалось ответить на следующий вопрос: «Если бы Вы планировали построить для себя дом, какой технологии Вы бы отдали предпочтение?». Результаты опроса представлены на рисунке 1. Большинство опрашиваемых, а именно 82 % из 229 опрашиваемых предпочли именно кирпичное строительство.

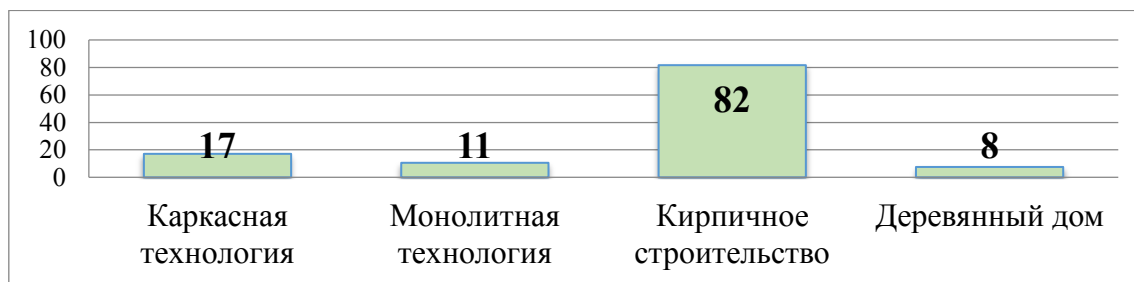


Рисунок 1 – Результаты опроса

Гиперпрессованный кирпич был изобретён в 1950-х гг. в Южной Америке в межамериканском научном центре в Боготе (Колумбия). Рауль Рамирес разработал одноблочный ручной пресс, с помощью которого под большим давлением можно было прессовать кирпичи из влажной смеси почв с добавлением цемента. В России гиперпрессованный кирпич появился в конце 1980-х годов. В качестве сырья было решено использовать измельченные фракции известняка, что обеспечило механическую прочность кирпича 250 кг/м² и выше. В 1990 году были введены первые ТУ 21-0284757-3-90 «Кирпич строительный гиперпрессованный». В 1999 году – действующие сейчас ТУ 021-00284753-99 [2]. И хотя данный тип кирпича изобретен не одно десятилетие назад, в масштабах истории кирпича, который существует более 6000 лет, гиперпрессованный кирпич – на самом деле инновация. Такого же мнения придерживается и Талпа Борис Васильевич, советский и российский геолог, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, доцент. Далее приведен фрагмент интервью с Борисом Васильевичем Талпа, проведенного в рамках данного исследования.

На вопрос о выборе материала для строительства собственного жилища Борис Васильевич выразил предпочтение гиперпрессованному кирпичу. В обоснование своего выбора он сослался на многолетний опыт фундаментальных исследований сырьевых компонентов и характеристик кирпичных изделий. В частности, при проведении испытаний гиперпрессованного кирпича в условиях, регламентированных ГОСТ 379-2015 «Кирпич, камни, блоки и плиты перегородочные силикатные. Общие технические условия», материал продемонстрировал исключительную устойчивость к циклу замораживания и оттаивания, выдержав 350 циклов без признаков разрушения.

Дополнительным аргументом в пользу использования гиперпрессованного кирпича Талпа Б.В. отмечает его высокую технологическую пластичность, позволяющую посредством введения минеральных пигментов реализовать весь спектр цветовых решений, охватывающий 256 оттенков и их вариации. Это свойство делает гиперпрессованный кирпич универсальным материалом, удовлетворяющим самые изысканные эстетические предпочтения в архитектурном проектировании.

Примечательно, что гиперпрессованный кирпич, несмотря на его уникальные эксплуатационные характеристики и потенциал в строительстве, остается относительно малоизвестным материалом в сравнении с керамическим (обжиговым) кирпичом. А именно было выявлено, что 33% из 70 опрошенных предпочли бы для строительства зданий и сооружений гиперпрессованный кирпич (см. рисунок 2) (в качестве платформы для опроса выступал паблик ГБПОУ РО «Азовский гуманитарно-технический колледж»). При этом 76 % респондентов готовы поменять свое мнение в пользу гиперпрессованного кирпича, если будут знать о нем больше.

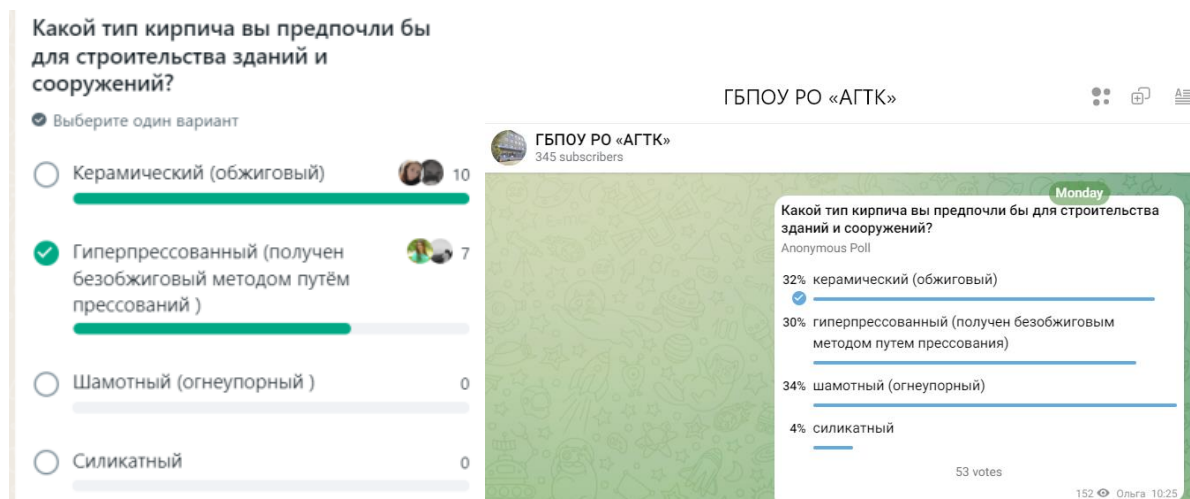


Рисунок 2 – Мониторинг общественного мнения

Гиперпрессование представляет собой безобжиговый способ производства, при котором известняк и цемент смешивают, разводят с водой (не более 10% от общего объема сырья) и после добавления красителя хорошо перемешивают. Затем из полученной массы формируют кирпичи пустотелого либо полнотелого исполнения и отправляют их под 300-тонный гиперпресс. Далее поддон помещают в камеру пропаривания, где при температуре 70 °С изделия находятся на протяжении 8-10 часов. Цемент успевает набрать необходимую ему влагу и кирпич обретает до 70% своей марочной прочности. Оставшиеся 30% изделия добирают в течение месяца после изготовления, по прошествии которого становятся полностью готовыми к использованию [4].

В таблице 1 приведен сравнительный анализ различных видов кирпичей.

Таблица 1 – Сравнение различных видов кирпичей [3]

Свойство	Силикатный кирпич	Керамический полнотелый кирпич	Клинкерный кирпич	Гиперпрессованный кирпич
Прочность	M-200	M-150	M-200-M-300	M-250
Водопоглощение	16 %	14 %	≤6 %	6-8%
Морозостойкость	F-35	F-50	F-100	F-200
Теплопроводность	0,7 Вт/м°C	0,5 Вт/м°C	0,5 Вт/м°C	0,9 Вт/м°C

Как видно, по характеристикам гиперпрессованный и клинкерный кирпич сопоставимы по прочности. Гиперпрессованный кирпич идеален для обустройства цоколя – кирпич с показателем прочности M-250 способен выдерживать большую нагрузку, имеет максимальное значение параметра морозостойкости – F-200. Может применяться в облицовке стен и для строительства сооружений в любых климатических зонах, включая районы Крайнего Севера.

Выделим преимущества и недостатки применения гиперпрессованного кирпича в строительстве зданий и сооружений. Преимущества:

- повышенная устойчивость камня к воздействию экстремальных температур и высокой влажности;
- простота монтажа (объясняется правильными геометрическими формами и гладкими гранями изделий);
- высокая прочность на изгиб и отрыв;
- материал отличается высокой адгезией с цементным раствором и может укладываться в любое время года;
- абсолютная безопасность для здоровья человека и экологическая чистота камня;
- поверхность кирпича обладает грязеотталкивающими свойствами;
- широкий ассортимент и большое разнообразие оттенков.

Самым весомым преимуществом гиперпрессованного кирпича, по мнению респондентов, является повышенная устойчивость камня к воздействию экстремальных температур. Среди недостатков следует выделить следующие:

- большой вес материала;
- камень склонен к умеренной деформации и со временем может начать вспучиваться и растрескиваться;
- психологические барьеры в использовании. Люди привыкли отдавать предпочтение обжиговому кирпичу;
- склонность материала к выгоранию и высокая стоимость изделий.

Был отдельно проведен мониторинг рынка строительных материалов и были опрошены крупнейшие поставщики строительных материалов и строительные организации г. Азова Ростовской области, такие как «Строй Дом», ООО «ЮГ-СТРОЙ-СЕРВИС», «Кирпичный базар» и другие. В ходе проведенного опроса было установлено, что представители строительных организаций отмечают снижение спроса на гиперпрессованный кирпич. Предполагается, что данный феномен обусловлен комплексом факторов, включающих в себя высокую ценовую категорию продукции и недостаточную информированность потребителей относительно уникальных эксплуатационных характеристик и преимуществ данного строительного материала.

Таким образом, в результате исследования были выявлены неоспоримые преимущества использования гиперпрессованного кирпича в строительстве зданий и сооружений и определено, что гиперпрессованные модели выигрывают по нескольким показателям у других видов материала и при правильном выборе и грамотном монтаже способны обеспечить прочную и долговечную кладку в строительстве зданий и сооружений России и Ростовской области в частности.

Список источников

1 Волошина, Е. В. Исследование современных материалов в сфере строительства / Е. В. Волошина. – Текст: непосредственный // Молодой ученый.

– 2019. – № 25 (263). – С. 157-159. – URL: <https://moluch.ru/archive/263/60951/> (дата обращения: 12.10.2025).

2 История гиперпрессованного кирпича в России. – Аналитический портал химической промышленности. – Москва. – Обновляется в течение суток. – URL: https://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=5224 (дата обращения: 11.10.2025). – Текст: электронный.

3 Сравнение гиперпрессованного кирпича с другими материалами. – Москва. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://atlanta24.ru/articles/brick/sravnenie-giperpressovannogo-kirpicha-s-drugimi-materialami/> (дата обращения: 11.10.2025). – Текст: электронный.

4 Гиперпрессованные кирпичи: особенности и рекомендации по использованию. – Москва. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://stroy-podskazka.ru/kirpich/vidy/giperpressovannye/> дата обращения: 10.10.2025). – Текст: электронный.

© Гарнец О.С., Балабекова А.И., 2025

Научная статья
УДК 72.04, 721.01

АКТУАЛЬНЫЕ ЦВЕТОВЫЕ СХЕМЫ В ОФОРМЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ И ВЫСТАВОЧНЫХ ПРОСТРАНСТВ, ОРИЕНТИРОВАННЫХ НА ДЕТСКУЮ И ПОДРОСТКОВУЮ АУДИТОРИЮ

**Гор Камоевич Григорян, студент¹,
Роман Викторович Прокофьев, студент²,
Сергей Евгеньевич Евстратов, студент³**

¹Российский университет дружбы народов имени П. Лумумбы, г. Москва, Россия

²³⁴Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

¹grigoryan.rudn@yandex.ru,

²prokofiev.rgau@yandex.ru,

³evstratov.rgau@ya.ru,

Ткачев Александр Анатольевич⁴, научный руководитель доцент кафедры землеустройства и лесного хозяйства

³tkachevaa@ya.ru

Аннотация. В условиях быстрых изменений в образовательной сфере необходимость создания комфортного и стимулирующего учебного пространства становится особенно актуальной. Эта статья анализирует, как современные дизайн-решения, включая цветовую палитру, которые могут преобразить образовательные и выставочные пространства, способствуя креативному мышлению и улучшению общего самочувствия посетителей.

Рассматриваются функции цветового оформления и его влияние на психологическое и физиологическое восприятие среды, а также возрастные особенности восприятия цвета у детей и подростков.

Ключевые слова: дизайн, цвет, цветовая палитра, музей, выставочное пространство, креативность, строительство.

Для цитирования: Григорян Г.К., Прокофьев Р.В., Евстратов С.Е. Актуальные цветовые схемы в оформлении образовательных и выставочных пространств, ориентированных на детскую и подростковую // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. С.195

Original article

CURRENT COLOR SCHEMES IN THE DESIGN OF EDUCATIONAL AND EXHIBITION SPACES TARGETED AT CHILDREN AND TEENAGERS

**Gor Kamorevich Grigoryan, student ¹,
Roman Viktorovich Prokofyev, student ²,
Sergey Evgenievich Evstratov, student ³**

¹Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

²³⁴Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

²grigoryan.rudn@yandex.ru,

³prokofiev.rgau@yandex.ru,

⁴evstratov.rgau@ya.ru,

⁴**Tkachev Aleksandr Anatolyevich³**, scientific supervisor, Associate Professor of Land Management and Forestry Department

³tkachevaa@ya.ru

Annotation. In the context of rapid changes in the education sector, the need to create a comfortable and stimulating learning environment is becoming increasingly relevant. This article analyzes how modern design solutions, including color palettes, can transform educational and exhibition spaces, fostering creative thinking and enhancing the overall well-being of visitors. The functions of color design and its impact on the psychological and physiological perception of environments are discussed, as well as the age-related characteristics of color perception in children and teenagers.

Keywords: design, color, color palette, museum, exhibition space, creativity, construction.

For citation: Grigoryan G.K., Prokofyev R.V., Evstratov S.E. Current Color Schemes in the Design of Educational and Exhibition Spaces Targeted at Children and Teenagers // Fundamentals of Sustainable Natural Resource Management:

В условиях постоянных изменений и модернизации образовательных подходов, внедрения принципов модульности, быстрой сменяемости экспозиций, общей цифровизации музейной и выставочной деятельности актуальность создания комфортного и стимулирующего пространства, несущего образовательную ценность, становится все более явной [1, 2]. Современные дизайн-решения способны в значительной мере преобразить среду образовательных и выставочных пространств, делая их не только функциональными, но и способствующих креативному мышлению. Цветовая палитра, освещение, форма и выбор материалов, несомненно, играют важную роль в формировании когнитивного процесса [3, 4]. Научные исследования подтверждают, что правильно подобранные детали интерьера способны не только улучшить концентрацию и усвоение материала, но и положительно сказываются на общем самочувствии всех участников.

Цветовое оформление несёт в себе четыре основные функции: психоэмоциональную, брендирующую, навигационную, зондирующую. Цвет является базовым принципом проектирования любого пространства, в том числе и образовательного. Правильно подобранная гамма в интерьере будет помогать ребёнку развиваться, вдохновлять его, поддерживать интерес к окружающему миру. Цвет служит эмоциональным компонентом восприятия: с его помощью можно создать определённое настроение, добиться более глубокого погружения в образовательную или исследовательскую деятельность. Правильно выбранный оттенок может стать стимулирующим фактором, благодаря которому на физиологическом уровне произойдёт активизация тех или иных мозговых нейронов — в результате активная деятельность становится более продуктивной.

Отметим, что цвет обладает следующей педагогической эффективностью: стимулирует умственную деятельность, снижает перевозбуждение, утомляемость, помогает воспитывает визуальную культуру и чувство стиля, позволяет выбрать наиболее комфортную эмоциональную среду. Колористические решения низкого уровня действуют противоположным образом: снижают уровень концентрации и внимания; повышают утомляемость; вводят в состояние перевозбуждения; ослабляют инициативу и вовлечённость в социальные процессы; травмируют эстетическое восприятие мира. Именно поэтому при выборе колористических решений нужно обязательно учитывать возраст детей, которые будут находиться в пространстве.

Дети в возрасте от шести до одиннадцати лет легче воспринимают яркие чистые цвета без сложных примесей, при этом большинство отдаёт предпочтение оттенкам красного. Это связано с тем, что красный - самый первый цвет, который ребёнок распознаёт ещё во младенчестве.

Начиная с подросткового возраста и до 15 лет, подростки проявляют всё больший интерес к оранжевому, жёлтому и зелёному цветам, а также их оттенкам. Оформление интерьеров в местах пребывания детей этого возраста должно меняться в сторону усложнения цвета: следует использовать не чистые краски, а более сложные оттенки — бирюзовый, салатовый, тыквенный и т.п.

Для подростков 16–18 лет интересны сложные природные оттенки, которые помогут сосредоточиться и расслабиться. Это очень важно, поскольку в этом возрасте отмечается повышенная возбудимость. В целом мышление старшеклассников отличается высоким уровнем обобщения и абстрагирования, их память имеет логический характер, а восприятие — целенаправленно. Поэтому комфортной колористической средой для них будет спокойный интерьер с преобладанием глубоких сложных тонов: например, изумрудного, кирпичного, бордового, горчичного с минимальной яркостью. Также важно включать в интерьер оттенки серого, тёмно-синего и других тонов.

Поскольку образовательное пространство — это общественное пространство, в нем необходимо соблюдать правило пропорций цветовых комбинаций: 80% базового нейтрального цвета (белого либо серого) + 10% вспомогательного + 10% акцентного. При этом чем ярче будет акцентный или вспомогательный цвет, тем больший процент должен быть у нейтрального оттенка, что поможет сохранить гармонию и визуальное равновесие. В качестве базового тона рекомендуется использовать белые или слегка тонированные серые, бежево-серые нейтральные цвета. Нарушение этой рекомендации может привести к перенасыщенности помещения, из-за чего снизится общая продуктивность и вырастет утомляемость.

В интерьере цвет может быть представлен сплошной заливкой, графической композицией, навигационными элементами или фактурами, например, дерева, камня, бетона. Все эти элементы следует учитывать для соблюдения правила пропорций и сохранения визуальной гармонии в пространстве.

В помещениях мастер-классов важно осуществлять продуманное распределение внимания в пространстве, акцентируя информацию, предоставляемую организатором, а не отвлекая внимание на элементы интерьера. Одним из подходящих решений может быть выделение рабочего пространства с помощью контрастного цветового решения, что позволит слушателям сосредоточиться на содержании. Рекомендуется использовать приглушенные цвета, сочетая их с вставками из светлого дерева и другими текстурами, а также природными оттенками, что поможет создать спокойную и сосредоточенную атмосферу, способствующую познавательному процессу.

Прочие рекреационные и общественные пространства могут быть оформлены более разнообразно, учитывая их многофункциональность. Яркие цвета оправданы в помещениях с высокой кинетической активностью, таких как коридоры и рекреации, где могут проводиться энергичные игры и активности. Напротив, приглушенные и пастельные тона следует применять в

«тихих» зонах, предназначенных для отдыха, чтения или сосредоточенной работы.

В заключении отметим также, что цвет выполняет важную брендинговую функцию в образовательных учреждениях, способствуя формированию уникального имиджа выставочного пространства или образовательного центра [5]. Колористическая концепция может стать основой для создания фирменного стиля, объединяющего весь образовательный процесс в единую целую организацию. Такой подход не только повышает эстетическую привлекательность пространства, но и может значительно улучшать общую «атмосферу» места, поддерживая её идентичность и способствует созданию комфортной образовательной среды.

Список источников

1. Григорян Г.К. А.А. Ткачев А.А., Прокофьев Р.В. Модульность и мобильность в архитектуре и строительстве временных музеев и выставочных комплексов // Инженерный вестник Дона, №7 (2025) ivdon.ru/ru/magazine/archive/n7y2025/10248
2. Ткачев А.А., Григорян Г.К., Прокофьев Р.В. Цифровизация экспозиции и ее влияние на архитектурную типологию зданий музеев // Инженерный вестник Дона, №6 (2025) ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2025/1024
3. Шанда, Я. Что такое точность воспроизведения цвета в музейном освещении? // Светотехника. – 2014. – № 5. – С. 23-27. – EDN STKWTL.
4. Панова, Н. Г. Взаимодействие цвета и формы в архитектуре Биомuzeя Фрэнка Гери / Наука, образование и экспериментальное проектирование: тезисы докладов МНПК – М.: МАРХИ, 2017. – С. 188-189. – EDN YONNGJ.
5. Мареева, А. А. Современные тенденции архитектуры музеев / А. А. Мареева // Экономика строительства. – 2024. – № 9. – С. 319-322. – EDN GORWZW.

© Григорян Г.К., Прокофьев Р.В., Евстратов С.Е., 2025

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПРОЧНОСТЬ КАМЕННОЙ КЛАДКИ

Софья Романовна Диденко¹,

Елена Владимировна Кузнецова, к.т.н., доцент²

^{1,2} Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Россия

¹didenko_sofya@bk.ru,

²com4lena@mail.ru

Аннотация. В статье приводится анализ ключевых факторов, влияющих на прочность каменной кладки. Исследуется специфика использования кладочных растворов в разных температурных условиях, а также предлагаются способы увеличения несущей способности каменной кладки.

Ключевые слова: каменная кладка, прочность, кирпичная кладка, кладочные растворы, шов, технологические процессы.

Для цитирования: Диденко С.Р., Кузнецова Е.В. Влияние технологических процессов на прочность каменной кладки // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.200

Original article

THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PROCESSES ON THE STRENGTH OF MASONRY

Sofia Romanovna Didenko¹,

Elena Vladimirovna Kuznetsova, PhD, Associate Professor²

^{1,2} Orenburg State University, Orenburg, Russia

¹didenko_sofya@bk.ru,

²com4lena@mail.ru

Annotation. The article provides an analysis of the key factors affecting the strength of masonry. The specifics of using masonry mortars in different temperature conditions are investigated, and ways to increase the load-bearing capacity of masonry are also proposed.

Keywords: masonry, strength, brickwork, masonry mortars, seam, technological processes.

For citation: Didenko S.R., Kuznetsova E.V. The Influence of Technological Processes on the Strength of Masonry // Fundamentals of Rational Nature

Каменная кладка относится к древнейшим строительным технологиям, используемым человеком на протяжении многих веков. Этот традиционный метод обладает значительными преимуществами, такими как долговечность, огнестойкость и устойчивость к воздействию окружающей среды. Тем не менее, несмотря на многолетнюю практику и накопленный опыт, прочность каменных конструкций во многом зависят от взаимодействия камня и раствора, на который значительное влияние оказывают технологические процессы.

Каменные материалы для кладки могут быть искусственными и естественными. Основные виды кладки: кирпичная, блочная, бутовая, тёсовая. Помимо обычного кирпича в строительстве применяется прессованный кирпич, он прочнее керамического кирпича на 50–70 %, и его сцепление с раствором на 75–100 % выше, чем с керамическим.

Раствор является важным элементом, определяющим прочностные и деформационные характеристики каменной кладки. Использование низкомарочных растворов с высокой степенью сжимаемости приводит к значительным общим деформациям конструкции, а также провоцирует возникновение изгибающих и скалывающих напряжений в каждом кирпиче. Следовательно, при возведении стен зданий из отдельных искусственных штучных камней необходимо соотносить действующую на каменную кладку нагрузку и марку кладочного раствора. Наряду с маркой кладочного раствора существенное влияние на увеличение прочности каменной кладки оказывает его пластичность. Пластичные растворы обеспечивают оптимальное распределение по поверхности кирпича, формируя шов равномерной толщины и плотности, для каждого вида кладки нормативно установлен допустимый диапазон толщины швов (8–15 мм), выход, за пределы которого негативно сказывается на несущей способности. Для устранения повреждений кирпичной кладки стен была разработана технология инъектирования цементно-известкового раствора в поврежденную зону. Технология инъектирования включает три этапа: подготовительный, основной и заключительный (табл.1) [1, с. 103].

Таблица 1 -Технология инъектирования каменной кладки

Этапы	Операции
Подготовительный	Разбивка усиливаемой каменной кладки по захватам; топография мест; высверливание шпуров; очистка трещин и установка в шпуры инъекционных трубок, подготовка инъекционного оборудования;
Основной	Приготовление инъекционного раствора; нагнетание укрепляющего раствора;
Заключительный	Удаление инъекционных трубок; очистка потеков инъекционного раствора; отделка стен.

Прочность каменной кладки зависит не только от качества связующего раствора, но и от геометрических характеристик каменных материалов. Чем больше высота используемого камня, тем меньше число горизонтальных швов, что снижает вероятность появления трещин при изгибающих нагрузках. Прочностные характеристики кладки увеличиваются пропорционально квадрату высоты камня. Таким образом, при равных показателях прочности камней наиболее прочной окажется та кладка, которая выполнена из камней большей высоты.

Достижение высоких прочностных характеристик обеспечивается за счет равномерного заполнения и уплотнения растворных швов, а так же их правильной перевязки. Порядок укладки камней относительно друг друга должен соответствовать правилам разрезки каменной кладки, которых всего три. Первое: камень укладывают плоскими рядами, перпендикулярными действующей силе; второе: членение кладки швами делают по трём взаимно перпендикулярным плоскостям; третье: продольные и поперечные вертикальные швы в кладке не должны быть сквозными по высоте конструкции, чтобы кладка не оказалась расчленённой на отдельные столбики.

При кладке кирпича каменщик использует различные приёмы и способы. Самый простой способ – «вприсык». Кладку методом вприсык выполняют с использованием пластичного раствора без инструмента-кельмы. Раствор с растворной постели захватывается гранью кирпича и прижимается к ранее уложенному. Такой метод значительно повышает скорость работ, однако швы остаются недостаточно заполненными раствором, что негативно сказывается на прочности кладки. По этой причине в сейсмически опасных районах, укладывать версты данным способом запрещено.

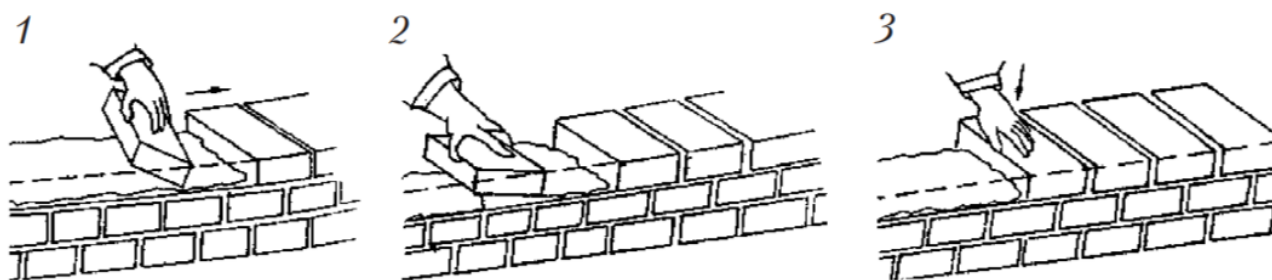


Рисунок 1 - Технологическая последовательность укладки кирпича способом вприсык

Более сложный способ – «вприжим». Порядок укладки следующий: каменщик держит кельму в правой руке, захватывает с растворной постели часть раствора, прижимает его кельмой к ранее уложенному кирпичу, укладываемый кирпич подводит вплотную к кельме и резким движением выхватывает кельму, тут же подрезая кельмой излишки раствора.

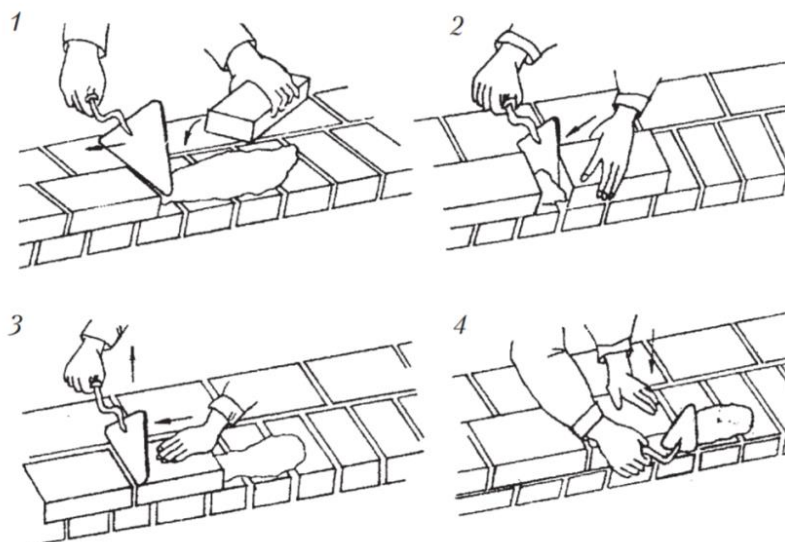


Рисунок 2 - Технологическая последовательность укладки кирпича способом вприжим

Здания из кирпича плохо переносят землетрясения. Желая сделать кирпичные здания менее опасными, учёные разрабатывают методики укрепления, например, введение армирования, использование специальных строительных смесей для повышения прочности кладки и интеграция систем гасения колебаний [2, с.583]. Немецкие исследователи из Технологического института Карлсруэ и компании Bayer AG разработали отделочный слой из стекловолокна. Такой слой крепится к стенам при помощи полиуретаново-водной смеси. Исследователи использовали жёсткое стекловолокно, сплетённое в маты, в которых волокна расположены в четырёх направлениях, чтобы равномерно распределять энергию колебания элементов стены по всей её поверхности. Для того чтобы эта схема заработала, понадобился принципиально новый способ крепления слоя стекловолокна к стенам. Была получена клеящая смесь из воды и большого количества мелких полиуретановых шариков. По мере того как связующий материал проникает в углубления на каменной или кирпичной кладке, вода испаряется, а шарики полиуретана скрепляются друг с другом, подобно пенополиуретановой монтажной пене, которую применяют при монтаже пластиковых окон. Новая оболочка позволит обеспечить безопасность даже старых зданий в сейсмоопасных регионах, несмотря на то, что они были возведены без учета современных норм.

Помимо землетрясений, к экстремальным условиям для каменной кладки относятся неблагоприятные температурные режимы, как в зимний период, так и в сильную жару. Для производства работ зимой применяются различные методы: кладка способом замораживания, введение в раствор противоморозных добавок, с применением последующего прогрева.

Для кладки способом замораживания необходимо выполнить:

1. Расстилать раствор короткими грядами (под 2 ложковых кирпича в верстах).

2. Возводить кладку по высоте, укорачивая делянки по длине.
3. Толщина швов не должна превышать величину, установленную для летней кладки [3, с. 58].

Противоморозные химические добавки, вводимые в бетонный раствор, понижают температуру замерзания воды и способствуют ускорению процесса твердения бетона. К таким веществам относятся соли, поташ, нитрит кальция, мочевины. Следует избегать совместного использования хлоридов натрия и кальция с арматурой. Дозировка добавок определяется исходя из ожидаемых температурных условий на ближайшие десять дней. Хлористый кальций и натрий используется только в подземных частях здания.

Способ замораживания с последующим оттаиванием основан на прогреве теплым воздухом. Данный способ применяют, чтобы ускорить процессы строительства и начать отделочные работы. Обязательной процедурой является утепление, т.е. следует закрывать все проемы и отверстия, оборудуя временное отопление в помещении [3, с. 59].

При зимних условиях строительства рекомендуется применять цементные, цементно-известковые и цементно-глиняные смеси, поскольку именно они сохраняют способность приобретать необходимую прочность после периода оттаивания, в отличие от известковых и известково-глиняных растворов.

В условиях жары важно придерживаться определённых рекомендаций: добавлять в раствор пластификаторы, увлажнять кирпичи, притенять кладку. В качестве пластификаторов можно использовать известь или глину, что обеспечит качественное заполнение швов.

Отделка швов также оказывает влияние на прочность кирпичной кладки. Внешняя форма швов определяется архитектурным замыслом и создается с использованием специальных инструментов, таких как расшивка, реже применяется кельма. Если поверхность кладки будет оштукатуриваться, то наружные швы не заполняют раствором на глубину 1–1,5 см, чтобы улучшить сцепление штукатурки с камнем; такая кладка называется «впустошовку». Во всех остальных случаях швы заполняют кладочным или декоративным растворами и придают им определенную форму: вподрезку, выпуклый или вогнутый. Заполнение и уплотнение швов кирпичной кладки сокращает количество влаги, которая попадает в швы. Это позволит продлить срок службы всего дома. Правильная расшивка увеличит теплоизоляционные свойства кирпичных стен, так как швы являются основным источником потери тепла.

Приведенные выше положения помогают выявить ключевые факторы, оказывающие воздействие на прочностные характеристики каменной кладки:

- качество материалов для каменной кладки (каменные материалы и кладочные растворы);
- качественное выполнение технологических процессов каменной кладки с учётом процессов структурообразования в растворе, в том числе в неблагоприятных температурных условиях;

- размеры и форму каменных материалов;
- способ укладки кирпича: «вприсык» или «вприжим»;
- толщину растворных швов;
- отделку швов кладки.

Ключевым фактором, определяющим организацию и технологию строительных работ, служит этап формирования структуры растворных смесей: смесь должна употребляться до начала схватывания; нельзя перемешивать, разжижая водой, загустевший вследствие схватывания раствор (нарушенная структура вновь не восстанавливается).

Соблюдение технологических требований при производстве каменных работ является определяющим фактором обеспечения прочности конструкций. Наибольшее влияние на прочностные характеристики оказывают качество заполнения швов и соблюдение температурно-влажностного режима.

Список источников

1. Кузин И.Ю. Усиление каменной кладки путем инъецирования цементно-известковым раствором // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. № 5. С. 103
2. Нугман Н.Б. Анализ механических свойств каменной кладки // Вестник науки №3 (72).2024. – С.583
3. Солоницын С.А. Исследование способов кладки в зимних условиях // Academy. 2021. – С. 58-59

© Диденко С.Р., Кузнецова Е.В., 2025

МЕТОДЫ УКРЕПЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ И КЛАДКИ В РУИНИРОВАННЫХ ПАМЯТНИКАХ КИРПИЧНОЙ ГОТИКИ НА ПРИМЕРЕ КИРХИ АЛЛЕНАУ

Татьяна Федоровна Ельчищева, к.т.н., доцент¹,
Полина Владиславовна Подплутова, магистрант²

^{1,2}Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Россия

¹elschevat@mail.ru

²polina0210p@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена вопросам сохранения руинированных памятников архитектуры на примере кирхи Алленау в поселке Поречье Калининградской области. Рассмотрены характерные особенности конструкций здания, построенного в конце XIX века в традициях кирпичной готики Восточной Пруссии. Выявлены основные дефекты фундаментов и кирпичной кладки, вызванные как военными разрушениями, так и длительным отсутствием эксплуатации и ухода. Проанализированы современные методы укрепления оснований и надземных конструкций, включая локальное восстановление бутовой кладки, применение микросвай, цементно-полимерное инъектирование, а также инъекционное упрочнение кирпичной кладки и армирование композитными материалами. Обоснована необходимость применения комплексного подхода, сочетающего инженерные решения и минимальное вмешательство, направленное на сохранение аутентичности объекта. Отдельное внимание уделено значению мониторинга состояния сооружения как важнейшему условию успешной реализации реставрационных мероприятий.

Ключевые слова: кирха Алленау; Калининградская область; кирпичная готика; руинированные памятники; реставрация; консервация; укрепление фундаментов; усиление кирпичной кладки; сохранение аутентичности.

Для цитирования: Ельчищева Т.Ф., Подплутова П.В. Методы укрепления фундаментов и кладки в руинированных памятниках кирпичной готики на примере кирхи Алленау // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием. – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.206

Original article

METHODS OF STRENGTHENING FOUNDATIONS AND MASONRY IN RUINED BRICK GOTHIC MONUMENTS ON THE EXAMPLE OF THE ALLEN AU CHURCH

**Tatiana Fedorovna Elchishcheva, PhD, Associate Professor¹,
Polina Vladislavovna Podplutova, master's student²**

^{1,2} Tambov State Technical University, Tambov, Russia

¹elschevat@mail.ru

²polina0210p@mail.ru

Annotation. This article examines the preservation of ruined architectural monuments, using the Allenau church in the village of Porechye in the Kaliningrad region as a case study. It examines the characteristic structural features of the building, constructed in the late 19th century in the East Prussian Brick Gothic style. Key foundation and masonry defects, caused by both military destruction and prolonged neglect, are identified. Modern methods for strengthening foundations and aboveground structures are analyzed, including localized restoration of rubble masonry, the use of micropiles, cement-polymer injection, injection strengthening of brickwork, and reinforcement with composite materials. The need for an integrated approach combining engineering solutions and minimal intervention aimed at preserving the authenticity of the structure is substantiated. Particular attention is paid to the importance of monitoring the structure's condition as a crucial condition for the successful implementation of restoration projects.

Keywords: Allenau church; Kaliningrad region; brick gothic; ruined monuments; restoration; conservation; foundation strengthening; brickwork reinforcement; preservation of authenticity.

For citation: Elchishcheva T.F., Podplutova P.V. Methods of strengthening foundations and masonry in ruined monuments of brick Gothic architecture on the example of the Allenau Church // Fundamentals of rational nature management: materials of the XI National conference with international participation. – Saratov: Vavilov University, 2025, p.206

Сохранение объектов культурного наследия, находящихся в руинированном состоянии, сегодня рассматривается как одна из наиболее сложных и значимых задач реставрации. Разрушенные памятники, в отличие от полностью сохранившихся зданий, требуют не только мер консервации, но и внедрения инженерных решений, направленных на укрепление их конструктивных элементов.

К числу наиболее уязвимых памятников относятся сооружения кирпичной готики Восточной Пруссии, сохранившиеся на территории современной Калининградской области. Их отличительной особенностью является сочетание мощных бутовых фундаментов и кирпичных стен, возведенных на известково-песчаном растворе. Характерным примером подобного объекта служит кирха Алленау (Рисунок 1), построенная в конце XIX века в поселке Поречье Калининградской области. В период военных действий середины XX столетия здание получило серьезные повреждения, а отсутствие регулярного ухода в последующие десятилетия ускорило процессы разрушения. На сегодняшний день постройка находится в аварийном

состоянии: бутовые основания деформированы, значительная часть конструкций утрачена, а кирпичная кладка в значительной мере потеряла свои несущие свойства (Рисунок 2) [1].



Рисунок 1 – Довоенное фото кирхи Алленау [1]



Рисунок 2 – Кирха Алленау. Современное состояние [1]

Поэтому исследование способов укрепления фундаментов и кладки на примере кирхи Алленау представляется актуальной задачей, имеющей не только практическую ценность для сохранения данного объекта, но и методологическое значение для реставрации руинированных памятников кирпичной готики в целом.

Таким образом, целью настоящего исследования является систематизация методов укрепления фундаментов и кладки, применимых к руинированным памятникам кирпичной готики.

Обследование состояния руинированного объекта является первоочередным этапом перед разработкой мер по его укреплению. В случае кирхи Алленау фиксируются следующие характерные повреждения (рисунки 3, 4, 5), описанные ниже.

Повреждение фундаментов:

- локальная просадка оснований вследствие подмыва грунтов;
- разрушение известково-песчаного раствора;
- частичная утрата бутовой кладки по периметру здания.



Рисунок 3 – Современное состояние здания (фрагменты повреждений) [1]

Повреждения стен из кирпичной кладки:

- наличие вертикальных и диагональных трещин, преимущественно в зонах примыкания оконных проемов;
- выпадение отдельных кирпичей и образование каверн;
- деструкция кладочных швов и эрозия кирпича под воздействием атмосферных факторов;
- биологические повреждения (колонии мхов и лишайников).



Рисунок 4 – Современное состояние здания (фрагменты повреждений) [1]

Для объективной оценки технического состояния требуется применение инструментальных методов диагностики [2]. Наиболее информативными

являются:

- георадарное зондирование и статическое зондирование грунта для определения несущей способности основания;
- лазерное сканирование фасадов для фиксации геометрии и деформаций;
- лабораторные испытания образцов кладки на прочность и водопоглощение.

Результаты обследования позволяют выделить наиболее проблемные участки и определить последовательность мероприятий по их укреплению.



Рисунок 5 – Современное состояние здания (фрагменты повреждений) [1]

Укрепление фундаментов является ключевым условием сохранения устойчивости памятника. В реставрационной практике применяются как традиционные, так и современные методы [3, с. 45].

Традиционные методы:

1. Подливка цементно-известковых растворов в разрушенные участки для восстановления монолитности бутовой кладки.
2. Частичная перекладка фундаментов с использованием оригинального камня или его аналогов.
3. Организация дренажной системы, препятствующей подмыву оснований и обеспечивающей водоотвод от фундаментов.

Современные методы:

1. Инъектирование грунтов цементно-полимерными смесями, обеспечивающими уплотнение основания и восстановление его несущей способности.
2. Применение микросвайных систем, позволяющих перераспределить нагрузку от надземных конструкций на более глубокие слои грунта.
3. Использование геосинтетических материалов для армирования основания и повышения его стабильности.

В отношении кирхи Алленау наиболее перспективным представляется применение комплексного подхода к укреплению оснований. Наиболее рациональным решением является сочетание локальной реставрации

разрушенных элементов бутовой кладки с внедрением современных инженерных технологий.

Прежде всего предполагается частичная перекладка поврежденных фрагментов с сохранением оригинального материала, что позволит восстановить монолитность фундамента. Дополнительно предполагается использовать микросвайные системы для перераспределения нагрузки на более устойчивые слои грунта. В качестве меры повышения прочности и долговечности основания может быть применено цементно-полимерное инъектирование, обеспечивающее заполнение пустот, восстановление сцепления между отдельными камнями и повышение влагостойкости кладки.

Стены здания, выполненные из кирпича, являются наиболее уязвимым элементом, требующим укрепления. В реставрационной практике применяются следующие методы [4, с. 72–85]:

1. Инъекционное заполнение трещин известково-цементными растворами низкой вязкости. Метод позволяет не только восстановить целостность кладки, но и обеспечить совместимость новых материалов с историческим кирпичом.

2. Армирование кладки композитными стержнями (стеклопластиковыми или базальтовыми), которые, в отличие от металлической арматуры, обладают коррозионной стойкостью и не создают внутренних напряжений.

3. Частичная перекладка обрушенных участков с применением аутентичного кирпича либо аналогичных по геометрии и фактуре материалов.

4. Консервационные мероприятия, включающие обработку швов известково-песчаными составами, гидрофобизацию поверхностей и их биоцидную обработку.

Кирпичная кладка стен кирхи Алленау находится в неудовлетворительном состоянии: зафиксированы трещины, выпадение отдельных кирпичей и разрушение связующего раствора. Для ее стабилизации наиболее целесообразно применение инъекционных технологий с использованием известково-цементных составов, которые позволяют восстановить монолитность кладки и укрепить ее внутреннюю структуру.

Дополнительно предполагается армирование композитными стержнями (базальтовыми или стеклопластиковыми), что обеспечит предотвращение дальнейших деформаций без нарушения аутентичного облика сооружения. В местах значительных утрат возможно выполнение частичной перекладки с использованием аналогичного кирпича. Завершение комплекса работ предполагается консервационными мероприятиями – обработкой швов, гидрофобизацией и биоцидной защитой поверхности.

В процессе укрепления руинированных памятников возникает ряд проблем [5]:

- необходимость сохранения аутентичности и исключение чрезмерного использования современных материалов;
- риск вторичного разрушения при применении жестких цементных растворов, не совместимых с исторической кладкой;
- ограниченность доступа к некоторым конструкциям вследствие

аварийного состояния здания;

- необходимость балансировки между инженерной целесообразностью и требованиями реставрационной этики.

Проведенный анализ показал, что сохранение кирхи Алленау требует системного подхода к укреплению фундаментов и кладки. Наиболее рациональным является применение комбинированных решений: традиционных методов (перекладка, подливки, дренаж) в сочетании с современными технологиями (инъектирование, микросвайные системы, композитное армирование).

Такой комплекс мер обеспечит стабильность конструкций, сохранение исторической подлинности и замедлит процессы разрушения. При этом регулярное обследование и динамический мониторинг являются ключевым условием успешной реставрации.

Список источников

1. Паевский, А. Прусские древности. Выпуск 23: Кирха Алленау / А. Паевский // Российские древности. Древние памятники России [Сайт]. – 2024. – Режим доступа: <https://russianold.ru/2024/12/28/allenau/> (дата обращения 28.09.2025 г.).

2. Гроздов, В.Т. Техническое обследование строительных конструкций зданий и сооружений / В.Т. Гроздов. – Санкт-Петербург, «Центр качества строительства», 1998. – 127 с.

3. Шилин, А.А. Кирпичные и каменные конструкции. Повреждения и ремонт / А.А. Шилин: Учебное пособие для вузов. – М.: Изд.-во «Горная книга», Изд.-во Московского государственного горного университета, 2009. – 214 с.

4. Осокин, А.И. Комплексный подход к усилению оснований и фундаментов аварийно-деформированных исторических зданий на основе инъекционных технологий / А.И. Осокин, В.И. Ноздря, Х.А. Джантимиров, Ф.Н. Калач // Геотехника. – Том XV, № 3, с. 72–85, <https://doi.org/10.25296/2221-5514-2023-15-3-72-85>.

5. Подъяпольский, С.С. Реставрация памятников архитектуры / С.С. Подъяпольский, Г.Б. Бессонов, Л.А. Беляев, Т.М. Постникова: Учебное пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1988. – 264 с.

© Ельчищева Т.Ф., Подплутова П.В., 2025

МОНТАЖ КОНСТРУКЦИЙ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ – В ЗИМНИЙ ПЕРИОД ГОДА

Данила Сергеевич Заярин, студент кафедры ТСП¹,

Елена Владимировна Кузнецова, к. т. н., доцент²

^{1,2} Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург, Россия

¹zayarin-ds@mail.ru

²com4lena@mail.ru

Аннотация: в статье рассмотрены особенности возведения зданий и сооружений в экстремальных условиях: в зимний период. Требования по охране труда при работе при отрицательных температурах. Заделка швов в зимнее время.

Ключевые слова: возведение зданий, монтаж конструкций в зимнее время, заделка швов.

Для цитирования: Заярин Д.С., Кузнецова Е.В. Монтаж конструкций в экстремальных условиях – в зимний период года // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием. – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.213

Original article

INSTALLATION OF STRUCTURES IN EXTREME CONDITIONS – IN WINTER

Danila Sergeyevich Zayarin, student of the Department of TSP¹,

Elena Vladimirovna Kuznetsova, PhD, Associate Professor²

^{1,2} Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orenburg State University", Orenburg, Russia

¹zayarin-ds@mail.ru

²com4lena@mail.ru

Abstract: The article discusses the features of building and constructing buildings and structures in extreme conditions: in winter. Requirements for occupational safety and health when working at negative temperatures. Sealing joints in winter.

Keywords: building, construction of structures in winter, sealing joints.

For citation: Zayarin D.S., Kuznetsova E.V. Installation of structures in extreme conditions – during the winter season // Fundamentals of rational nature management: materials of the XI National conference with international participation. – Saratov: Vavilov University, 2025, p.213

Строительство – это область науки, которая развивается повсеместно, в разных уголках планеты, в разных регионах с совершенно разным климатом, в том числе в условиях отрицательных температур. Строительство зданий и сооружений ведется круглый год, и приостановка работ на 3-4 месяца невозможна, так как это экономически не выгодно. Однако производство работ в зимнее время года требует особых требований. Эти же требования актуальны и для регионов России с круглогодичной экстремальной отрицательной температурой, таких как крайний север и области Сибири.

Температура воздуха является важным аспектом в строительстве объектов, как при бетонировании (монолитных конструкций, стыков, швов), так и для людей (монтажников, строителей), так как снижается производительность труда на 25 – 40 %. При температуре 0 °С процессы схватывания бетона практически останавливаются (таблица 1). А стальные конструкции и элементы становятся более хрупкими, и как следствие снижается ударная вязкость.

Таблица 1 – График зависимости набора прочности бетона при температуре 0 °С по суткам.

Сроки твердения по суткам	Процент прочности
1	4%
2	11%
3	19%
5	29%
7	36%
14	52%

При среднесуточной температуре наружного воздуха ниже 5 °С и минимальной суточной температуре ниже 0 °С необходимо принимать специальные меры по выдерживанию уложенного бетона в конструкциях и сооружениях. Во-первых, следует сократить рабочий день на не более 6 часов при -25 °С, обязательные обогреваемые места (бытовки), а также перерыв на обогрев каждые 40-50 минут работы [2]. Необходим также постоянный мониторинг температуры. Во-вторых, приготовление бетонной смеси на строительной площадке следует производить в обогреваемых бетоносмесительных установках, применяя подогретую воду, оттаянные или подогретые заполнители, обеспечивающие получение бетонной смеси с температурой не ниже требуемой по расчету. Допускается применение не

отогретых сухих заполнителей, не содержащих наледи на зернах и смерзшихся комьев. При этом продолжительность перемешивания бетонной смеси рекомендуется увеличить не менее чем на 25 % по сравнению с летними условиями [1].

Монтаж конструкций не проводится при гололедице и сильном снегопаде. Следует отметить, что технология монтажа металлических конструкций в зимнее время схожа с технологией при положительных температурах. Сварка осуществляется теми же методами и приемами, однако нельзя использовать сварку при температуре ниже $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Возникает необходимость определенных работ, таких как: перед монтажом металлоконструкций нужно удалить наледь, прогреть обледеневшие места до полного исчезновения следов наледи [3]. В этом случае используются газовые горелки. При болтовом соединении используют высокопрочные болты класс 8.8 и выше.

Подготовительные работы включают в себя: прогрев металла перед обработкой (минимум до $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$), организация тепляков для хранения материалов, а также использование низкотемпературных электродов и постепенное охлаждение швов. При прогреве стыков сборных железобетонных конструкций выделяют (рисунок 1):

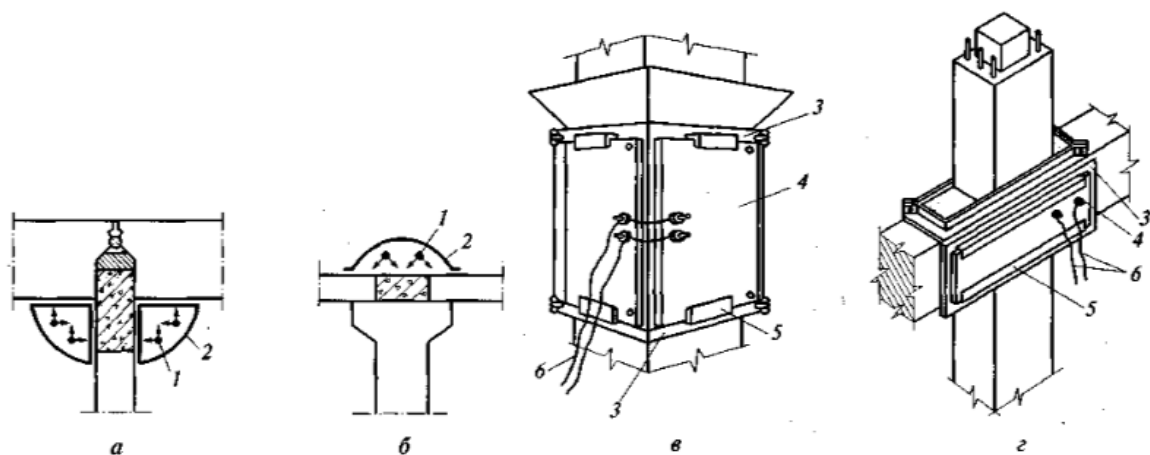


Рисунок 1 – Методы прогрева стыков сборных железобетонных конструкций: а, б – инфракрасным излучением; в, г – кондуктивным способом; 1 – инфракрасный излучатель; 2 – отражатель; 3 – металлическая опалубка; 4 – греющая кассета; 5 – уголок; 6 – изолированные провода

Не менее важной является особенность заделки швов и стыков, особенно тех которые воспринимают расчетные усилия. В зимний период заделка стыков может быть организована различными способами, например: замораживанием, безобогревным способом: при введении в бетонную смесь противоморозных добавок, обогревным: с тепловой обработкой бетона и комбинированным методом: в бетон вводят противоморозные добавки, а затем производят и тепловую обработку.

Первый метод, метод замораживания применим в случае, когда бетон является заполнителем в стыке без осуществления передачи нагрузок от одного

элемента к другому, например, в одноэтажном промышленном здании данный способ применим в плитах покрытия, узле заземления колонны в фундамент. Стыки заполняют раствором или бетоном с противоморозными добавками (хлориды кальция и натрия CaCl_2 , NaCl , поташ K_2CO_3 , нитрит натрия NaNO_2) без обогрева стыкуемых поверхностей и замоноличенного стыка. При вводе в бетонную смесь непосредственно противоморозные добавки, температура в момент выхода из смесителя должна составлять от $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Обогревный способ заделки стыков (рисунок 2) заключается в выдерживании бетона посредством нагрева до набора прочности не менее 70 % от проектной. Все подробности данного метода приводятся в технологических картах и проект производства работ. В данном методе используется греющая опалубка для достижения обогрева бетона. Для более эффективного использования обогревательных устройств и для сокращения времени обогрева следует подбирать состав бетона с цементом высокого сорта и добавками хлористого кальция. По завершении процесса бетонирования сразу приступают к обогреву, в результате чего бетон хорошо прогревается и происходит ускорение процесса твердения [4].

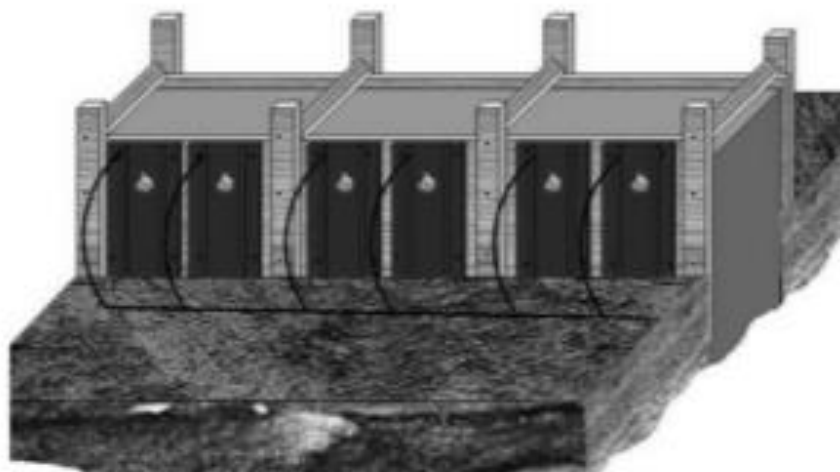


Рисунок 2 – Метод обогрева с нагревательными приборами.

Резюмируя все выше сказанное, можно отметить, что монтаж и строительство в зимнее время это очень сложная, но решаемая задача. При выполнении всех требований – планировании, наличии дополнительных материалов и оборудования и строгого соблюдения регламентов, можно добиться выполнения поставленных целей при производстве зданий и сооружений.

Список источников

1. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции.
2. Данченко, Т. В. Особенности строительства в условиях низких температур / Т. В. Данченко, А. В. Ластовка // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2024. – Т. 14, № 3(50). – С. 524-530. – DOI 10.21285/2227-2917-2024-3-524-530. – EDN RYNQWI.

3. Лapidус А.А., Говоруха П.А. Организационно-технологический потенциал ограждающих конструкций многоэтажных жилых зданий // Вестник МГСУ. 2015. № 4. С. 143–149. EDN: TPKOUB.

4. Терешкина А.Д., Кузнецова Е.В. Способы заделки монтажных стыков в зимнее время для одноэтажных промышленных зданий г. Оренбурга // Вестник науки и образования. 2021. №7-2 (110).

© Заярин Д.С., Кузнецова Е.В. , 2025

Научная статья

УДК 621.879

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА РУКОЯТЬ ЭКСКАВАТОРА ЕК-14, ПОВЕРНУТУЮ НА УГОЛ 90°

Сергей Алексеевич Зеньков, доцент, кандидат технических наук, заведующий кафедрой СДМ¹,

Павел Юрьевич Дрюпин, ассистент²,

Сергей Николаевич Медведев, студент³,

Павел Дмитриевич Быков, студент⁴

^{1,2,3,4}Братский государственный университет, г. Братск, Россия

¹mf@brstu.ru

²760bf@mail.ru

Аннотация. В статье определены реакции от сил, которыми загружена консоль при работе экскаватора с манипуляторным оборудованием. Для установки дополнительного рабочего оборудования на экскаваторе требуется произвести дополнительные расчеты для различных опасных положений. Опасные положения влияют на устойчивость машины и возникают, как при транспортировании экскаватора, так и во время работы. Манипуляторное рабочее оборудование расширяет перечень работ экскаватора, но одновременно с этим оно добавляет вес. В связи с этим были проведены расчеты для дополнительных положений и определены возникающие нагрузки. В данной статье представлен расчет в третьем рабочем положении.

Ключевые слова: экскаватор, манипуляторное оборудование, реактивные силы, прочность.

Для цитирования: Зеньков С.А., Дрюпин П.Ю., Медведев С.Н., Быков П.Д. Определение сил, действующих на рукоять экскаватора ЕК-14, повернутую на угол 90° // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием / Под ред. М.А. Козаченко – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.217

DETERMINATION OF THE FORCES ACTING ON THE HANDLE OF THE EXCAVATOR EK-14, ROTATED AT AN ANGLE OF 90°

Sergey Alekseevich Zenkov, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of SDM ¹,

Pavel Yurievich Dryupin, Assistant²,

Sergey Nikolaevich Medvedev, Student³,

Pavel Dmitrievich Bykov, Student⁴

^{1,2,3,4}Bratsk State University, Bratsk, Russia

¹mf@brstu.ru

²760bf@mail.ru

Annotation. The article defines the reactions from the forces that load the console when operating an excavator with manipulator equipment. To install additional working equipment on the excavator, additional calculations must be performed for various dangerous positions. Dangerous positions affect the stability of the machine and occur both during excavator transportation and during operation. Manipulator working equipment expands the list of excavator operations, but at the same time it adds weight. In this regard, calculations were carried out for additional positions and the resulting loads were determined. This article presents the calculation in the third working position.

Keywords: excavator, manipulator equipment, reactive forces, strength.

For citation: Zenkov S.A., Dryupin P.Yu., Medvedev S.N., Bykov P.D. Determination of the forces acting on the handle of the excavator EK-14, rotated at an angle of 90° // Fundamentals of rational nature management: materials of the XI National Conference with international participation / Ed. M.A. Kozachenko - Saratov: FGBOU VO Vavilov University, 2025, p.217

Для установки дополнительного рабочего оборудования на экскаваторе требуется произвести дополнительные расчеты для различных опасных положений. Опасные положения влияют на устойчивость машины и возникают, как при транспортировании экскаватора, так и во время работы [1-5].

Манипуляторное рабочее оборудование расширяет перечень работ экскаватора, но одновременно с этим оно добавляет вес. В связи с этим были проведены расчеты для дополнительных положений и определены возникающие нагрузки.

Рукоять и консоль представляет собой единичный жесткий брус.

Нами были рассмотрены три расчетных положения. Из которых первые два:

1. Угол между осями рукояти и ковшом составляет 90°, копание ковшом.

2. Угол между осями рукояти и консоли составляет 90°, копание рукоятью.

Первое расчетное положение было рассмотрено в [5], а второе расчетное положение рассмотрено в [6].

На рис.1 представлена расчетная схема для определения реакций опор.

Третье рабочее положение (рис.2) представляет собой следующее: консоль повернута относительно рукояти на 90°. Зубья ковша находятся на плоскости, проходящей через продольные оси рукояти и консоли.

Сила R_k^r приложена к крайнему зубу (рис.3). Кроме того, имеются две нормальные составляющие. Одна $R_k^{n/}$, направлена параллельно оси консоли, другая $R_k^{n//}$, перпендикулярна ей.

Рабочий орган представляет собой жесткий брус с изогнутой осью, подвергаемой действию изгиба, кручения и продольной силы (сложное сопротивление).

Определим численное значение $P_{гуп} = P_{гцу}$:

$$P_{гуп} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot P, \text{ кН}$$
$$P_{гуп} = \frac{3,14 \cdot 0,125^2}{4} \cdot 17,5 = 214,645 \text{ кН}$$

где d – диаметр поршня ($d = 125$ мм)

P – давление настройки предохранительного клапана гидроцилиндра рукояти, $P = 17,5$ МПа

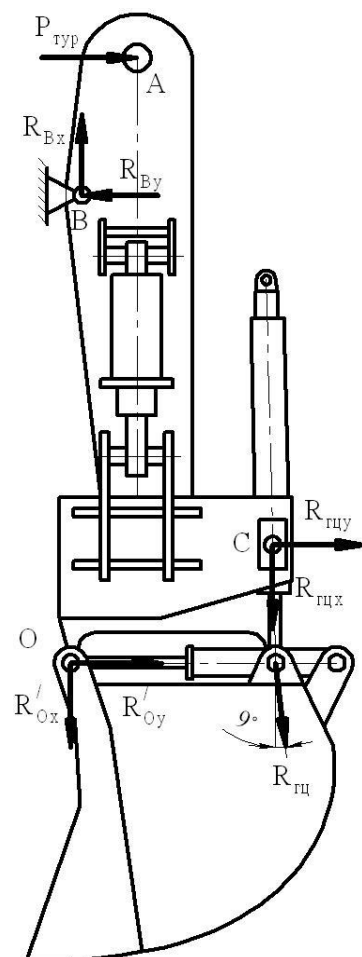


Рисунок. 1 – Схема для определения реактивных сил

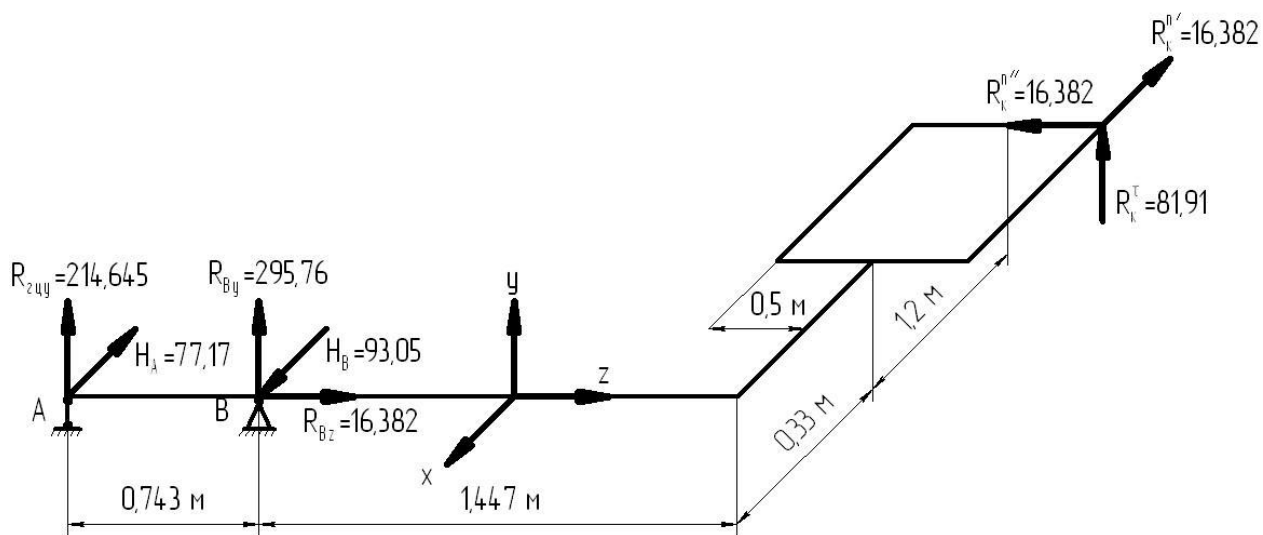


Рисунок 2 – Схема 3-го расчетного положения

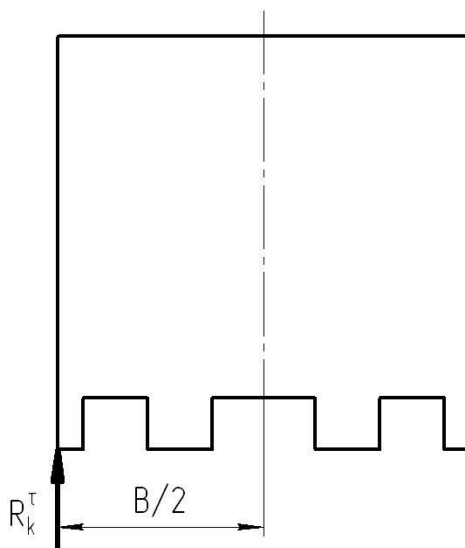


Рисунок 3 – Схема, определяющая возникновение максимального крутящего момента

Определим численное значение R_k^tau . Для этого рассмотрим сумму моментов относительно т.В $\Sigma M_{Bz} = 0$:

$$R_k^tau \cdot 1,947 - R_{гцу} \cdot 0,743 = 0;$$

$$R_k^tau = \frac{R_{гцу} \cdot 0,743}{1,947};$$

$$R_k^tau = \frac{214,645 \cdot 0,743}{1,947} = 81,91 \text{ кН};$$

Для определения реакции R_{By} , $\Sigma M_A = 0$:

$$R_{By} \cdot 0,743 + R_k^tau \cdot (1,947 + 0,743) = 0;$$

$$R_{By} = \frac{R_k^tau \cdot 2,69}{0,743};$$

$$R_{By} = \frac{-81,91 \cdot 2,69}{0,743} = 295,76 \text{ кН};$$

$$R_k^{n'} = R_k^{n''} = 0,2 \cdot R_k^tau = 0,2 \cdot 81,91 = 16,382;$$

$$R_{Bz} = 16,382 \text{ кН};$$

Определим H_A и H_B , для этого:

- составляем уравнение суммы моментов относительно т.В $\Sigma M_B = 0$:

$$H_A \cdot 0,743 - R_k^{n''} \cdot 1,53 - R_k^{n'} \cdot 1,947 = 0;$$

$$H_A = \frac{R_k^{n''} \cdot 1,53 + R_k^{n'} \cdot 1,947}{0,743};$$

$$H_A = \frac{16,382 \cdot 3,477}{0,743} = 77,17 \text{ кН};$$

- составляем уравнение суммы моментов относительно т.А $\Sigma M_A = 0$:

$$H_B \cdot 0,743 - R_k^{n''} \cdot 1,53 - R_k^{n'} \cdot 2,69 = 0;$$

$$H_B = \frac{R_k^{n''} \cdot 1,53 - R_k^{n'} \cdot 2,69}{0,743};$$

$$H_B = \frac{16,382 \cdot 4,22}{0,743} = 93,05 \text{ кН};$$

Произведя анализ полученных значений всех трех рабочих положений, можно сделать вывод о том, что 3-е рабочее положение является более нагруженным.

Список источников

1. Баловнев В.И. Дорожно-строительные машины с рабочими органами интенсифицирующего действия. – М: Машиностроение, 1994. – 187 с.
2. Терпугов Д.В. Определение рациональных параметров челюстного ковша-схвата землеройно-манипуляторного рабочего органа // Будущее Братска. Тезисы докладов молодежной научно-практической конференции. – Братск: БрГТУ, 2003. – 70с. – с.44-45.
3. Зеньков С.А., Батуро А.А., Булаев К.В. Ковш экскаватора // Патент на изобретение RU 2285089 С1, 10.10.2006. Заявка № 2005109605/03 от 04.04.2005.
4. Баловнев В.И. Многоцелевые дорожно-строительные и технологические машины: Учебное пособие для вузов по дисциплине «Дорожные машины». - Омск - Москва: ОАО «Омский дом печати» 2006. – 320с.
5. Зеньков С.А., Дрюпин П.Ю., Высоцкий Е.С., Ревин Д.В., Медведев С.Н. Прочностной расчет рукояти экскаватора ЕК-14 с манипуляторным оборудованием // В сборнике: Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования. Материалы XV международной научно-практической конференции, посвященной памяти доцента М.А. Анфиногенова. Новосибирск, 2023. с. 219-224;
6. Зеньков С.А., Дрюпин П.Ю., Высоцкий Е.С., Быков П.Д. Определение сил, действующих на рукоять экскаватора ЕК-14 с манипуляторным оборудованием // Основы рационального природопользования: материалы X Национальной конференции с международным участием / Под ред. М.А. Козаченко – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2024, с. 233-236.

© Зеньков С.А., Дрюпин П.Ю., Медведев С.Н., Быков П.Д., 2025

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АНАЛИЗА ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Арина Алексеевна Ичетовкина, магистр, ассистент¹

Юлия Сергеевна Кандрашкина, ассистент²

Александр Владимирович Вихрев, к.т.н., доцент³

^{1,2,3}Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, г. Владимир, Россия

Voroninaarina8@gmail.com

juliakandrashkina@gmail.com

user1268@gmail.com

Аннотация: Актуальность работы заключается в применении современных способов обработки транспортных потоков для решения проблем с заторами, с ростом экономических показателей на содержание дороги, с увеличением ДТП, а также с своевременным регулированием и управлением движения автомобильного транспорта. Рассмотрение устаревших методов для анализа интенсивности автомобильных дорог и сравнение их с искусственным интеллектом.

Ключевые слова: автомобильная дорога, интенсивность транспортного потока, искусственный интеллект, нейронные сети, загруженность, метод, анализ, интенсивность движения.

Для цитирования: Ичетовкина А.А., Кандрашкина Ю.С., Вихрев А.В. Применение искусственного интеллекта для анализа интенсивности движения автомобильных дорог// Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025.С.223

Original article

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR ANALYZING THE TRAFFIC INTENSITY OF HIGHWAY ROADS

Arina Alekseevna Ichetovkina, Master's Degree, Assistant Professor¹

Yulia Sergeevna Kandrashkina, Assistant Professor²

Alexander Vladimirovich Vikhrev, PhD, Associate Professor³

^{1,2,3}Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletov, Vladimir, Russia

Voroninaarina8@gmail.com

juliakandrashkina@gmail.com

user1268@gmail.com

Abstract: The relevance of the work lies in the application of modern methods of processing traffic flows to solve problems with traffic jams, with an increase in economic indicators for road maintenance, with an increase in road accidents, as well as with timely regulation and management of road traffic. Consideration of outdated methods for analyzing the intensity of roads and comparing them with artificial intelligence.

Keywords: road, traffic flow intensity, artificial intelligence, neural networks, load, method, analysis, traffic intensity.

For citation: Ichetovkina A.A., Kandrashkina Y.S., Vikhrev A.V. Application of Artificial Intelligence for Analysis of Traffic Intensity on Roads// Fundamentals of Sustainable Natural Resource Management: Proceedings of the 11th National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025. P.223

Увеличение интенсивности движения на современных магистралях создаёт дополнительную нагрузку на существующую транспортную систему. Дорожное полотно функционирует как технически сложная конструкция, обеспечивающая комфортное и надёжное передвижение машин. Специалисты анализируют актуальные способы фиксации и систематизации характеристик автомобильного движения. Исследователи оценивают предельную загруженность дорожного участка в течение заданного периода, структуру проходящего транспорта, а также количество машин, пересекающих контрольную точку магистрали в почасовом или суточном измерении. Решение проблемы возрастающего трафика требует комплексного подхода к изучению параметров потока.

Благодаря внедрению GPS-трекеров, датчиков движения, видеонаблюдения, мобильных устройств и автоматизированных систем учета транспортных потоков различные государства получили возможность эффективно отслеживать загруженность автомагистралей.

Снижение затрат на ремонтные работы и существенное продление эксплуатационного периода дорожных покрытий достигается за счёт применения инновационных методов анализа и систематизации информации. При невысокой загруженности трасс износостойкость, сопротивляемость деформациям и повышенная прочность дорожного полотна обеспечивают максимальную продолжительность его использования.

Сокращение числа аварий, оптимизация времени передвижения и продление эксплуатационного периода дорожного полотна становятся возможными благодаря применению инновационных решений. Современная ситуация характеризуется существенными препятствиями при попытках интегрировать передовые способы фиксации и анализа характеристик движения автомобилей, что обуславливает важность поиска альтернативных технических инструментов для формирования высококачественной транспортной системы. Данные методики дают возможность получать сведения

о интенсивности движения, скоростных режимах машин и изучать особенности их перемещения по трассам, обеспечивая тем самым улучшенное администрирование дорожных объектов.

Данная работа рассматривает современные подходы к регистрации и обработке сведений о транспортных перемещениях, включая использование электронных систем, измерительного оборудования и алгоритмов анализа информации. Использование таких инновационных решений способствует значительной оптимизации управления автомобильными потоками, созданию механизмов уменьшения дорожных заторов через анализ собранных данных о загруженности, а также обеспечению защищённых и удобных условий передвижения для всех категорий участников.

Цель работы заключается в исследовании и практическом применении максимально эффективной методики измерения загруженности дорожных магистралей. Актуальность рассматриваемой тематики определяется растущими проблемами, которые появляются из-за чрезмерной насыщенности автомобилями современных транспортных коридоров. Среди наиболее существенных можно выделить:

Интеллектуальные транспортные системы основаны на использовании современного оборудования — сенсорных устройств, камер наблюдения, цифровых платформ учёта и приложений для смартфонов, — которые обеспечивают контроль и анализ дорожной обстановки в автоматическом режиме. Повышение безопасности движения и оптимизация управления транспортом достигаются благодаря раннему выявлению опасных зон и предупреждению возможных аварий на трассах.

Качественный прогноз движения автомобилей становится основополагающим фактором при планировании маршрутов и управлении интенсивностью движения на магистралях. Исследование современных методов регистрации и оценки параметров перемещения транспортных средств обладает существенной прикладной значимостью, поскольку способствует развитию региона в социально-экономическом плане, уменьшению количества дорожно-транспортных происшествий, совершенствованию организации транспортных потоков и улучшению состояния окружающей среды.

Согласно нормативному документу СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» [1], каждая категория дорожного полотна имеет установленные параметры транспортного потока (рис. 1). Под транспортным потоком понимается число автомобилей, которые пересекают определённую точку трассы в двустороннем направлении за фиксированный временной интервал — будь то часовой или суточный период. Данная величина выступает ключевым критерием при определении уровня нагрузки на дорожную сеть и используется как фундамент при разработке стратегий модернизации транспортных коммуникаций.

Категория автомобильной дороги		Расчетная интенсивность движения, приведенных ед/сут
IA (автомагистраль)		Свыше 14000
IB (скоростная дорога)		То же
Обычные дороги	IB	" 14000
	II	" 6000
	III	" 2000 до 6000
	IV	" 200 " 2000
	V	" 200
Примечания		
1 При применении одинаковых требований для дорог IA, IB, IB категорий в настоящем своде правил они отнесены к категории 1.		
2 Категорию дороги следует устанавливать в зависимости от ее значения в сети автомобильных дорог, а также требований заказчика.		

Рисунок 1 – Категории автомобильных дорог в зависимости от расчетной интенсивности движения

Основой для вычислений служит показатель средней интенсивности транспортного потока за сутки в годовом измерении, который пересчитывается в эквиваленте легковых машин и берется на завершающий год прогнозируемого интервала.

Существуют разнообразные способы и современные технологии для фиксации автомобильного трафика. Определение плотности транспортного движения представляет собой приоритетную задачу для развития дорожной сети, что дает возможность проанализировать степень воздействия на дорожное полотно, разработать стратегию его модернизации и гарантировать защищенность участников дорожного движения.

Данная методика основывается на непосредственной регистрации числа проходящих автомобилей путем визуального контроля или записи информации в цифровом формате в процессе мониторинга дорожной обстановки.

Анализ полученных данных о плотности транспортного потока предполагает определение ключевых параметров движения автотранспорта. Среди основных показателей выделяют: усредненную годовую интенсивность за сутки с разбивкой по видам автомобилей; суммарную усредненную интенсивность движения за сутки в годовом исчислении; пиковую интенсивность движения в течение часа за годовой период; усредненную суточную интенсивность в годовом выражении при распределении автотранспорта по группам A, B, C, D; приведенную к эквиваленту легкового автомобиля среднегодовую суточную интенсивность; приведенную к легковому автомобилю пиковую часовую интенсивность; максимальный суточный показатель интенсивности движения [2].

Для визуального подсчета плотности движения при использовании ручного способа фиксации применяется последовательное отмечание либо вычеркивание идентификационных номеров автомобилей определенных групп

согласно установленной форме регистрации, при этом допускается использование иных предусмотренных методов записи информации.

Метод характеризуется неограниченным периодом эксплуатации. Обработка информации занимает минимум 2 часа, что зависит от масштаба задачи. Для реализации необходимы базовые канцелярские материалы и строгое следование нормам безопасности при работе на дорожном полотне. Система способна распределять автомобили по 14 типам и охватывать до 8 дорожных полос в режиме параллельного мониторинга. Финансовые затраты на внедрение данного подхода относительно невелики и составляют приблизительно 50 тысяч рублей [3].

Данная методика предполагает применение автоматизированного оборудования, фиксирующего параметры дорожного движения на публичных магистралях. Благодаря автономной работе таких систем достигается беспристрастная регистрация различных категорий автомобилей, поскольку процесс происходит без вмешательства оператора. Это минимизирует вероятность погрешностей, связанных с человеческими ошибками, и гарантирует достоверность собираемых данных о классификации проезжающего транспорта.

На современном рынке представлен широкий спектр технического оснащения для проведения подобных исследований. Процесс фиксации транспортного потока происходит по заранее запрограммированному алгоритму, встроенному в систему, при этом информация передаётся на главный диспетчерский пункт. Помимо этого, минимум раз в двадцать четыре часа производится дистанционная диагностика работоспособности установленных устройств из центрального офиса [4].

Последовательность подготовительных мероприятий:

- Проведение тестового замера плотности автотранспортного движения
- Калибровка установленных приборов
- Запуск программных компонентов системы
- Установка измерительной аппаратуры
- Определение точки размещения измерительного комплекса

Для проведения замеров плотности автомобильного трафика применяется специализированное измерительное оснащение [5].

Принцип работы индуктивного петлевого детектора базируется на явлении электромагнитной индукции. В асфальтовое покрытие монтируется проводная петля, соединённая с управляющим электронным модулем. При въезде автомобиля в рабочую область петли происходит искажение магнитного поля, генерируемого катушкой, что приводит к колебаниям силы тока в цепи. Контроллер получает сигнал об этом изменении от датчика, интерпретирует его как регистрацию транспортного средства и генерирует соответствующую команду для управляющей системы. Данное техническое решение (рис. 2) служит для детектирования и регистрации автотранспорта на дорожных магистралях. Его использование распространено в автоматизированных системах подсчёта машин и регулирования транспортных потоков [6].



Рисунок 2 – Индуктивный петлевой детектор транспорта

Устройства для отслеживания автотранспортных потоков на основе радарной технологии (рис. 3) функционируют благодаря доплеровскому эффекту. Конструкция включает направленную антенну, монтируемую над дорожным полотном либо с его боковой стороны. Излучаемый сигнал распространяется параллельно дорожному покрытию, после чего антенна улавливает отраженные волны от проезжающего транспорта. Основное назначение таких систем — дистанционное определение скоростных параметров и ведение учета автомобилей на трассе.

Качественный контроль за движением в транспортных артериях требует выполнения ряда технических условий: способность функционировать при любых метеоусловиях, возможность непрерывного получения информации в режиме 24/7, минимальное потребление электроэнергии, размещение на дорожных конструкциях, наличие беспроводного канала передачи данных GSM/GPRS, высокая точность измерений с минимальными отклонениями и способность контролировать одновременно до восьми дорожных полос [7].

Кроме того, необходимо обеспечить возможность фиксации положения автомобиля относительно дорожной разметки, траектории его перемещения, показателей скорости езды и категории данного вида транспорта.



Рисунок 3 – радарный детектор

Искусственный интеллект лишь недавно стал применяться для оптимизации движения транспорта, хотя классические математические подходы используются в этой отрасли уже давно. По всему миру функционируют разнообразные системы регулирования автомобильных потоков, которые решают широкий спектр проблем: от улучшения экологической обстановки и создания комфортных условий для перемещения до обеспечения большей безопасности на дорогах. Диагностика дорожной инфраструктуры, как и многие другие области человеческой деятельности, переживает трансформацию благодаря масштабному распространению AI-технологий в современном обществе.

Программное обеспечение на базе ИИ обладает неограниченным периодом эксплуатации и требует от 20 до 30 минут на обработку информации. Для бесперебойного функционирования этих систем критически важны постоянное электроснабжение и систематический технический контроль. Возможности классификации включают распознавание транспорта по 14 типам при одновременном мониторинге до 8 дорожных полос. С экономической точки зрения такие решения доступны — их стоимость начинается с 5000 рублей [8].

Фундаментом большинства интеллектуальных систем служат нейросети — математические конструкции, созданные по аналогии с архитектурой и функционированием живых нервных систем. Моделирование действий участников транспортного потока с помощью ИИ открывает возможности для решения комплексных проблем, которые прежде считались практически неразрешимыми.

Применение искусственного интеллекта в транспортной отрасли станет катализатором для создания умных систем управления движением, обеспечит более высокий уровень защищенности участников дорожного движения и оптимизирует процессы содержания автомагистралей. Использование алгоритмов машинного обучения позволяет в автоматическом режиме анализировать массивные потоки информации от видеонаблюдения, измерительного оборудования и автономных летательных аппаратов, что значительно улучшает качество выявления повреждений покрытия, предсказания их прогрессирования и формирования графиков восстановительных работ. Инновационные разработки в области глубокого обучения создают принципиально новые возможности для контроля и оценки технического состояния транспортной сети.

Транспортная система испытывает воздействие на экономические показатели, уровень безопасности, экологическую обстановку и качество дорожных покрытий из-за высокой интенсивности автомобильного трафика. Современный мониторинг транспортных потоков осуществляется через применение нескольких подходов: использование систем на базе искусственного интеллекта, монтаж специального технического оснащения, применение программных решений для подсчёта и непосредственное визуальное наблюдение [9].

Таблица 1-Сравнение методов

Параметры для сравнения	Визуальный	Программное обеспечение	Устанавливаемое оборудование	Искусственный интеллект
Количество захватываемых полос	До 8	До 6	До 4	>13
Количество типов транспортных средств	14	13	6	16
Мобильность	+	-	+	+
Скорость обработки	От 2 часов	От 1 часа	1 секунда	От 1 секунды
Срок эксплуатации	Без ограничений	1 год	5 лет	Без ограничений
Стоимость, тыс. руб.	От 50	От 29	50	От 2 000р

Из выше представленной таблицы 1 и круговой диаграммы (рис. 5) видно, что программное обеспечение и искусственный интеллект превосходит остальные методы по всем ключевым параметрам.

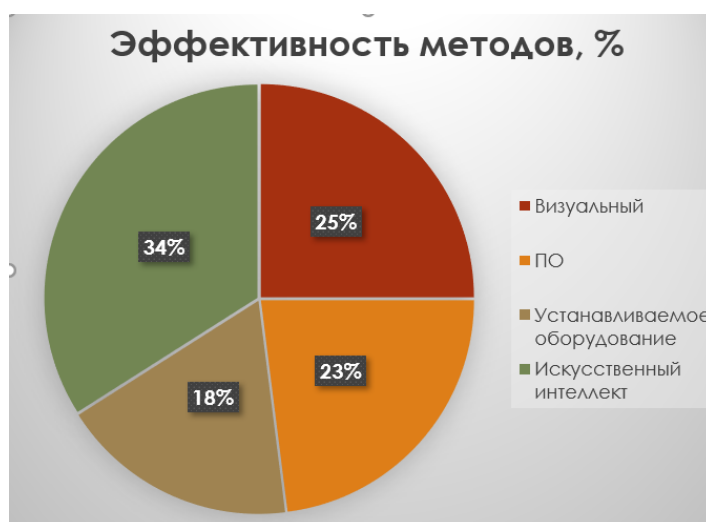


Рисунок 5 – эффективность методов

Список источников

1. СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги».
2. Беляков В.В., Молев Ю.И., Вахидов У.Ш. Влияние интенсивности дорожного движения на температурный режим автомобильной дороги // «Вестник МГТУ им. Н.Э.Баумана. - 2007. - №3. - С. 90.
3. ГОСТ 32965-2014. Методы учета интенсивности движения транспортного потока.

4. ОДМ 218.2.020-2012 «Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог». – М.: Информавтодор. - 143 с.
5. Тебеньков С.Т., Левашев А.Г. Особенности современных детекторов автомобильного транспорта // ВЕСТНИК ИрГТУ . - 2011. - №6 (53) . - С. 78.
6. Навой Д.В., Капский Д.В., Филиппова Н.А., Пугачев И.Н. Анализ мирового опыта в применении искусственного интеллекта в системах управления дорожным движением различного уровня // Управление техническими объектами. - г. Минск, Республика Беларусь: УДК 656, 2024. - С. 36.
7. Антонов М.О., Темкин И.О. Распознавание и отслеживание дефектов дорожного полотна в реальном времени на основе комплексного использования стандартных вычислительных процедур и глубоких нейронных сетей // Программные продукты и системы. - Университет науки и технологий МИСиС, г. Москва, 119049, Россия : УДК 625.71:004.93 , 2024. - С. 430.
8. Жанказиев С. В. Интеллектуальные транспортные системы. М.: МАДИ, 2016. 120 с.
9. Бояршинов М.Г., Вавилин А.С., Шумков А.Г. Фурье-анализ интенсивности транспортного потока // Транспорт. - Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия: DOI: 10.25198/2077-7175-2021-4-46, 2021. - С. 59.

© Ичетовкина А.А., Кандрашкина Ю.С., Вихрев А.В., 2025

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ДОРОЖНОГО БИТУМА В РОССИИ

Юлия Сергеевна Кандрашкина, ассистент¹

Александр Владимирович Вихрев, к.т.н., доцент²,

Арина Алексеевна Ичетовкина, ассистент³

^{1,2,3}Владимирский государственный университет им. Н.Г. и А.Г. Столетовых, г. Владимир, Россия

juliakandrashkina@gmail.com

user1268@gmail.com

Voroninaarina8@gmail.com

Аннотация: В статье рассматриваются различные методы модификации битумных вяжущих для улучшения характеристик дорожных покрытий, таких как прочность и долговечность, в условиях высоких транспортных нагрузок и неблагоприятных погодных условий. Анализируется влияние окисления, деасфальтизации, смешивания с различными компонентами (углеводороды, полимеры) на свойства битумов. Отмечается важность контроля углеводородного состава и минимизации крекинг-отходов для получения устойчивых и долговечных материалов. Особое внимание уделяется инновационным технологиям, таким как производство неокисленного битума (БНН) и использованию 2К-процесса для переработки тяжелых нефтяных остатков. Показано, что 2К-битум, благодаря своей наноструктуре и высокой однородности, превосходит традиционные битумы по эксплуатационным характеристикам и может использоваться для производства высококачественных материалов и игольчатого кокса.

Ключевые слова: битум, дорожное строительство, реконструкция, эмульгатор, эмульсия.

Для цитирования: Кандрашкина Ю.С., Вихрев А.В., Ичетовкина А.А. Сравнительный анализ технологий получения дорожного битума в России// Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.232

Original article

COMPARATIVE ANALYSIS OF ROAD BITUMEN PRODUCTION TECHNOLOGIES IN RUSSIA

Yulia Sergeevna Kandrashkina, assistant¹,

Alexander Vladimirovich Vikhrev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor²

Arina Alekseevna Ichetovkina, assistant³

^{1,2,3}Vladimir State University. N.G. and A.G. Stoletovykh, g. Vladimir, Russia

juliakandrashkina@gmail.com

user1268@gmail.com

Voroninaarina8@gmail.com

Abstract: The article discusses various methods of modifying bituminous binders to improve the performance of road pavements, such as strength and durability, under high traffic loads and adverse weather conditions. It analyzes the effects of oxidation, deasphaltization, and mixing with various components (hydrocarbons and polymers) on the properties of bitums. The article emphasizes the importance of controlling the hydrocarbon composition and minimizing cracking waste to produce sustainable and durable materials. Special attention is paid to innovative technologies, such as the production of non-oxidized bitumen (BNN) and the use of the 2K process for the processing of heavy oil residues. It has been shown that 2K bitumen, due to its nanostructure and high homogeneity, surpasses traditional bitums in terms of performance and can be used for the production of high-quality materials and needle coke.

Keywords: bitumen, road construction, reconstruction, emulsifier, emulsion.

For citation: Kandrashkina Y.S., Vikhrev A.V., Ichetovkina A.A. Comparative Analysis of Road Bitumen Production Technologies in Russia// Fundamentals of rational nature management: Proceedings of the XI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2025, p.232.

Качество битума имеет решающее значение для срока службы дорожного полотна, поскольку этот связующий компонент испытывает максимальное воздействие от автомобильного трафика и климатических факторов. Промышленное производство битума на нефтеперерабатывающих предприятиях через окисление гудрона разрушает его естественную молекулярную организацию, однако альтернативные технологические подходы дают возможность модифицировать характеристики материала без потери исходной структуры.

Анализ характеристик дорожных битумов, производимых по разным промышленным технологиям, выявляет определённые закономерности (рис. 1). Прочность дорожного покрытия находится в прямой зависимости от качественных показателей применяемого сырья, среди которого битумное вяжущее занимает центральное место.

Особый состав и освобождение от парафиновых соединений придают битумам, созданным путем деасфальтизации с последующим окислением и компаундированием, повышенную пластичность и эластичные характеристики в условиях отрицательных температур. Процедуры окисления и компаундирования демонстрируют свою результативность, поскольку

обработанные таким образом битумы приобретают большую твердость при одновременном снижении способности к растяжению, что наиболее заметно проявляется в температурном диапазоне около нуля градусов. Компаундирование осуществляется как в производственных условиях, так и непосредственно в точке применения материала. Качественные характеристики битума определяются соотношением входящих в него компонентов: включение деасфальтизата способствует повышению устойчивости к температурным воздействиям, тогда как добавление гудрона предотвращает излишнюю хрупкость материала [2]. Достижение стабильных свойств битумов требует ограничения интенсивного окисления, минимизации крекинг-продуктов и содержания гудрона.

Присутствие твердых углеводородных соединений придает битумным материалам повышенную гибкость и снижает их склонность к растрескиванию. Добавление термостойких добавок в окисленные битумные составы обеспечивает их устойчивость как к воздействию высоких температур, так и к отрицательным температурным режимам.

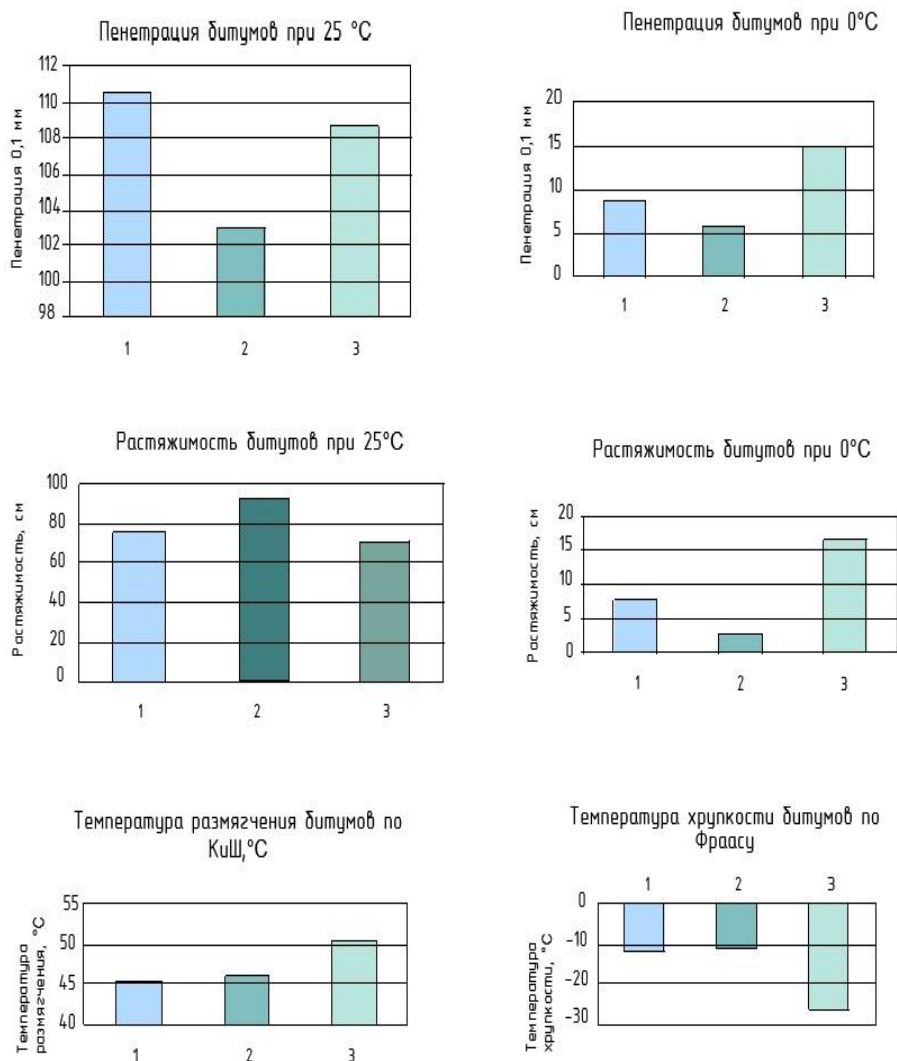


Рисунок 1 - Сравнительные характеристики битумов, полученных из различных видов сырья: 1 - окисление (способ переработки остатка); 2 - компаундирование (смешение); 3 - окисление и компаундирование.

Международная практика все чаще обращается к методу компаундирования - сложной технологии, при которой происходит непрерывное соединение трех и более составляющих для производства превосходных битумных материалов дорожного назначения. Существуют различные подходы к повышению качественных характеристик битума, поскольку классические производственные процессы - такие как экстракция, окисление, дистилляция или отделение асфальтовых компонентов - зачастую не позволяют достичь требуемых нормативов. Среди применяемых решений выделяется метод комбинирования битумов различного типа, отличающихся источником добычи, составом или технологией переработки, а также введение в состав битума определенных продуктов нефтяной промышленности.

Состав и соотношение компонентов напрямую влияют на характеристики битумных материалов, произведенных различными способами. Примечательно, что дорожные битумные смеси, изготовленные из деасфальтизированного остатка (обработанного бензиновой экстракцией) в сочетании с продуктами селективной очистки масел, обладают замечательной термостабильностью.

Их отличительными особенностями являются сохранение высокого показателя пенетрации в условиях нулевых температур, повышенный температурный порог размягчения, при этом значение проницаемости остается неизменным при температуре 25°C.

Исследования демонстрируют, что внедрение твердых углеводородных соединений в битумные материалы приводит к заметному усовершенствованию их эксплуатационных параметров. Модифицированные таким образом битумы обладают улучшенной проникающей способностью и эластичностью, при этом демонстрируя сниженную плотность и сохраняя пластичность в условиях более низкотемпературного режима по сравнению с асфальтами после процедуры деасфальтизации [3].

Помимо прочего, комбинирование бензина с гудроном и деасфальтизированным асфальтом способствует получению битумного продукта, который приобретает хрупкость при значительно меньших температурных показателях. Данный эффект обусловлен трансформацией соотношения между масляными фракциями, смолистыми компонентами и асфальтенами в структуре материала, что акцентирует критическую роль этих ингредиентов в формировании итоговых технических параметров битума.

Применение вакуумной колонны "Кох-Глитч" совместно с гидроэжекторной установкой стало определяющим фактором - такая система обеспечивает необходимый уровень вакуума для эффективного фракционирования мазута. Специалисты из Башкирского научно-исследовательского института разработали методику изготовления битумных материалов на основе нефти с высоким содержанием серы (аналогичной татарстанской), которые отвечают требованиям зарубежных нормативов США и европейских стран. Благодаря повышенной влагостойкости и сопротивляемости механическому истиранию такие битумы способны продлить эксплуатационный период дорожного покрытия до восемнадцати лет. На

нижекамском предприятии в 2002 году запустили выпуск битума марки БНН 80/120, производимого из тяжелой высокосернистой нефти, что дало возможность создавать асфальтобетонные смеси, соответствующие требованиям государственного стандарта 9128-97.

Немецкий производитель "Шерцер" взял на себя разработку и внедрение автоматизированной системы. Промежуточным буфером между производством и отгрузочным терминалом служат шесть накопительных резервуаров, каждый вместимостью 400 кубометров. Отгрузочный комплекс позволяет параллельно заполнять до шести железнодорожных цистерн со специальным паровым подогревом, а также три подготовленных автобойлера. После наполнения накопительных ёмкостей запускается транспортировка готовой продукции предприятиям дорожного строительства республики Татарстан, что знаменует старт отправки товара.

Таблица 1 содержит ключевые параметры битумных материалов. Для различных климатических зон применяются специфические марки: в условиях IV-III дорожно-климатических территорий оптимален БНН 50/80, в то время как для II-III типа климата предпочтителен БНН 80/120. Выпускаются данные материалы в двух модификациях – БНН 50/80 и БНН 80/120, различающихся по своим функциональным характеристикам. Главная роль этих битумных составов заключается в скреплении компонентов при формировании дорожных оснований и их реконструкции.

Таблица 1- Показатели БНН

	Наименование показателя	Марки битума	
		БНН50/80	БНН80/120
1	Глубина проникновения иглы при 25 °С, 0.1 мм	50-80	81-120
2	Температура размягчения по кольцу и шару °С, не ниже	46	43
3	Растяжимость при 25 °С, см, не менее	100	100
4	Температура вспышки в открытом тигле °С, не ниже	220	220
5	Изменение массы после прогрева, %, не более	0,4	0,4
6	Глубина проникновения иглы при 25 °С после прогрева, % от первоначальной величины, не менее	70	70
7	Растяжимость при 25 °С после прогрева, см, не менее	100	100

Метод глубокой оксидации с последующим смешиванием компонентов обеспечивает выпуск высококачественных битумных материалов для дорожного строительства на основе гудронового сырья. Суть процесса заключается в формировании прочной структурной основы через интенсивное окисление, что увеличивает долю асфальтовых и смолистых веществ, после чего полученный окислённый продукт разбавляется устойчивыми добавками [5].

Готовая продукция демонстрирует улучшенные показатели по сравнению с нормативными требованиями: выше эластичность, лучше сцепление с поверхностью и сопротивляемость процессам деградации. При этом свойства материала легко корректируются под требуемые параметры. Экологические преимущества метода связаны с проведением окислительных реакций в

бескислородной среде. Практическая реализация технологии осуществлена на производственных мощностях ОАО "Уфанефтехим", испытания проведены на АО "Ново-Уфимский НПЗ". Применение методики не связано со значительными капиталовложениями и доступно для большинства нефтеперерабатывающих предприятий, включая те, где перерабатывается нефть с высокой парафинистостью (табл. 2).

Таблица 2 - Сравнение показателей компаундированных битумов со стандартом

Наименование показателей	Значения показателей				
	ГОСТ 33133-2014		EN 12591	Паспортные данные	
	БНД 70/100	БНД 100/130	Марка 70/100	БНД 70/100	БНД 100/130
Глубина проникновения иглы, 0,1 мм: -при 25 °С - при 0 °С.	71-100	100-130	70-100 -	77 29	99 33
Температура размягчения, °С.	47	45	43-51	51	47,5
Растяжимость, см -при 25 °С - при 0 °С	62 3,7	70 4,0	- -	>100 4,6	>100 7,2
Температура хрупкости, °С	-18	-20	Не выше -10	-24	-26,8
Температура вспышки, °С	>230	>230	>230	260	256
После прогрева при 163 °С в течение 5 часов					
Потеря массы %	0,6	0,7	0,8	0,02	0,04
Изменение температуры размягчения, °С	7	7	8	3,1	3,3
Глубина проникновения иглы, 0,1 мм: -при 25 °С, % от первоначальной величины	-	-	46	72	68
Растяжимость, см при 25 °С	62	70	Не менее 100	>100	>100

Технологический процесс 2К обеспечивает производство высококачественного битумного материала для дорожных работ, используя кубовые остатки из реакторов крекинга нефтепродуктов. Асфальтобетонные дорожные покрытия приобретают устойчивость и длительный срок эксплуатации благодаря битумным составам, которые скрепляют между собой минеральные компоненты.

Битумы крекингового происхождения характеризуются повышенным содержанием асфальтовых соединений и ароматических компонентов, демонстрируют значительную активность на поверхности, однако их использование ограничивается нестабильностью состава и существенными изменениями вязкостных характеристик при температурных колебаниях [4-5]. Остаточные продукты крекинга, традиционно направляемые на сжигание в котельных установках, находят альё применение в качестве связующих добавок при строительстве автомобильных дорог.

Технология 2К дает возможность регулировать характеристики остаточного продукта перегонки, что позволяет производить как топливо для котельных установок, так и материалы повышенной твердости, применяемые при строительстве дорог. Ключевая особенность данной технологии заключается в структурной реорганизации вещества, что гарантирует гомогенность получаемой системы и улучшенные рабочие характеристики остатка после крекинга. В ходе такой структурной трансформации происходит уменьшение асфальтовых агрегатов приблизительно до 10 нанометров, в результате чего формируется наноструктурированный материал с минимальным статистическим разбросом величин частиц (см. рис. 2).

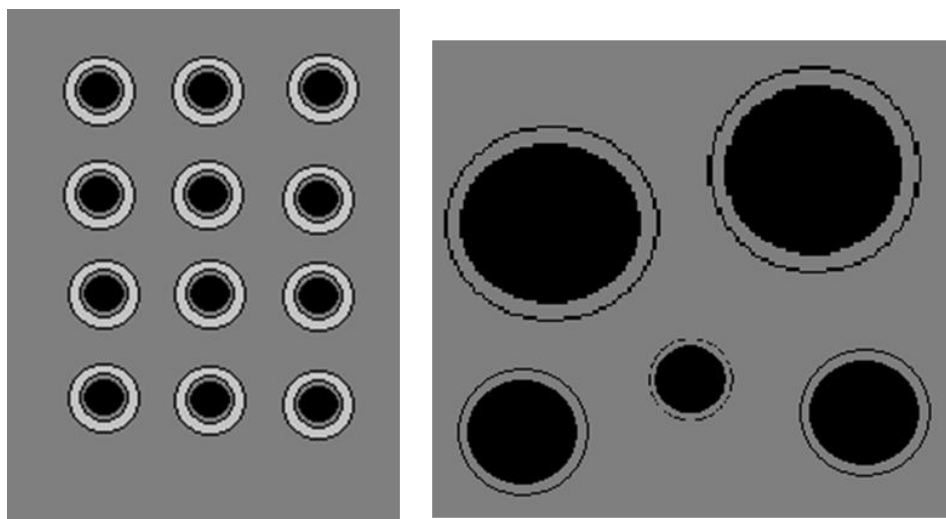


Рисунок 2 - Модель строения 2К битума (а) и крекинг-остатка классического каталитического крекинга (б)

Данная особенность структуры 2К битума обуславливает его уникальные свойства (рис.3):

- -узкий температурный интервал размягчения;
- -высокую растяжимость
- -высокую текучесть в жидком состоянии;
- отсутствие большой зависимости между температурой и вязкостью;
- упругость и твердость в твердом состоянии;
- высокие адгезивные свойства;

- повышенную стойкость к старению, обусловленную сравнительно низким количеством дефектов структуры.

Таким образом, монодисперсная наноструктура 2К битума полностью лишена недостатков, ограничивающих применение тяжелых остатков иных способов переработки нефтяного сырья при превышающих физических параметрах [6].

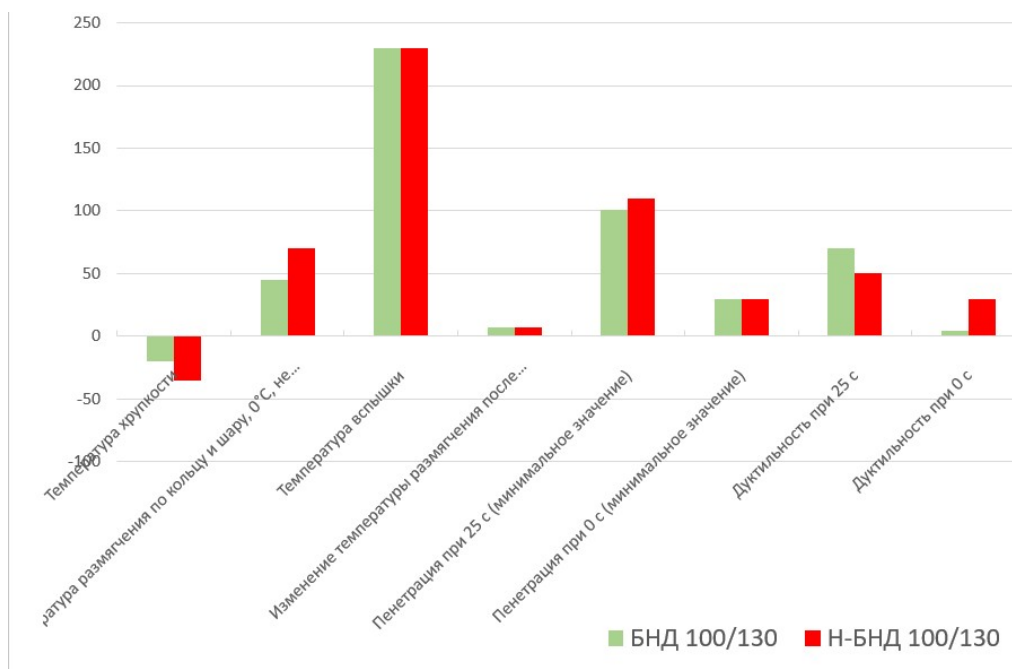


Рисунок 3 - Сравнение показателей ГОСТ 33133-2014 с показателями Г-БНД

Производство неокисленного битума представляет собой стратегически важную задачу, поскольку позволяет сохранить молекулярную структуру материала и обеспечить соответствие требованиям ГОСТ 33133-2014. Ключевая сложность в битумном производстве заключается в том, что качество конечного продукта напрямую зависит от характеристик исходной нефти и остаточных фракций, что существенно увеличивает производственные затраты. Процесс окисления негативно влияет на молекулярное строение, что приводит к ухудшению стабильности материала.

В отличие от прочих тяжёлых нефтеперерабатывающих остатков, битум марки 2К удовлетворяет широчайшему спектру технических требований [6-7]. Благодаря организованной молекулярной структуре, минимальному присутствию серных соединений и посторонних включений, данный битум может служить исходным сырьём для получения дорогостоящего игольчатого кокса, востребованного в многочисленных промышленных сферах. Выдающиеся физические характеристики в сочетании с пониженной вязкостью делают битум 2К универсальным продуктом: его применяют не только как котельное горючее, но и при прокладке автомобильных дорог, а также в изготовлении высококачественной строительной продукции.

Технология 2К обеспечивает выпуск высококачественного неокисленного битума (Н-БНД), соответствующего требованиям ГОСТ и сохраняющего молекулярную структуру, независимо от типа используемого сырья. Благодаря оптимальному составу неокисленный битум (Н-БНД) демонстрирует стабильность свойств в температурном диапазоне от –50 до +70 °С. В отличие от этого, региональные методы изготовления битумных эмульсий и неокисленных битумов в Уфе, Татарстане и Башкортостане требуют применения определённых видов нефти.

Список источников

1. Алексеева В.А. Влияние коллоидных пленок на зернах песка на процессы взаимодействия с битумом. - Труды ХАДИ, 1964, вып. 17, с. 76-80.
2. Хойберг А.Дж. Битумные материалы. - м.: Химия. 1974. - 247 с.
3. Гезенцвей Л.Б., Сотникова В.Н., Алиев М.А., и др. Активированные минеральные материалы. - Автомобильные дороги, 1976, №6, с. 23-25.
4. Гезенцвей Л.Б. Активация минеральных порошков - эффективный путь повышения качества асфальтобетона. - Труды союзДОРНИИ, 1975, вып. 79, с. 125-131.
5. Способ термического крекинга органических полимерных отходов// Патент RU 2 645 338 C1 09.12.2016 /Крючков В.А.
6. Способ переработки тяжелого углеводородного сырья // Патент RU 2 217 472 C1 27.11.2003 / Крючков В.А., Деревякин В.А.
7. Способ получения многофункциональной нанодисперсной каталитической системы на основе нативных хелатных комплексов металлов в условиях термоллиза углеводородного сырья // RU 2 761 921 C2 2021.12.14 / Петухов Р.В., Королёв Д.С.

© Кандрашкина Ю.С., Вихрев А.В., Ичетовкина А.А., 2025

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОНТАЖНОЙ ПЕНЫ НА ПРОИЗВОДСТВЕ С ОПАСНЫМИ ОГНЕВЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Никита Олегович Клименко, студент¹,
Светлана Сергеевна Орлова, к.т.н., доцент²

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

¹ klimenkono@mail.ru

² orlovass77@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются особенности применения монтажной пены для помещений, где проводятся опасные огневые процессы. Проведен анализ применения монтажной пены с точки зрения пожарной безопасности, выделены преимущества и недостатки применения огнестойкой и бытовой или профессиональной монтажной пены.

Ключевые слова: пожарная безопасность, здания, сооружения, монтажная пена, утепление, огнестойкость, пожар

Для цитирования: Клименко Н.О., Орлова С.С. Особенности применения монтажной пены на производстве с опасными огневыми процессами // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.241

Review article

FEATURES OF THE USE OF POLYURETHANE FOAM IN PRODUCTION FACILITIES WITH HAZARDOUS FIRE PROCESSES

Nikita Olegovich Klimenko, студент¹,
Svetlana Sergeevna Orlova, Ph.D., Associate Professor²

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

¹ klimenkono@mail.ru

² orlovass77@mail.ru

Annotation. This article discusses the features of using expansion foam in rooms where dangerous fire processes are carried out. It analyzes the use of expansion foam from the perspective of fire safety and highlights the advantages and disadvantages of using fire-resistant, household, or professional expansion foam.

Keywords: fire safety, buildings, structures, expansion foam, insulation, fire-resistant, fire

For citation: Klimenko N.O., Orlova S.S. Features of the use of polyurethane foam in production facilities with hazardous fire processes // Fundamentals of rational nature management: materials of the XI National conference with international participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.241

В современных строительных и производственных процессах вопросы пожарной безопасности занимают одно из ключевых мест. Одним из важных материалов, обеспечивающих защиту объектов от распространения огня, является огнестойкая монтажная пена. В данной статье рассмотрим, что представляет собой этот материал, его особенности и преимущества, отличие ее от обычной монтажной пены, а также области применения на производстве.

Для дальнейшего сравнения свойств, преимуществ и недостатков огнестойкой монтажной пены от не огнестойкой, выделим назначение и дадим краткую характеристику не огнестойкой монтажной пены.

Монтажная пена является универсальным строительным материалом, который часто используется для заполнения швов, изоляции, шумоизоляции и крепления различных конструкций, а также для утепления вертикальных и горизонтальных поверхностей. Она состоит из полуретановых смол, пропеллентов, пенообразователей и добавок для адгезии и стабилизации, в следствии чего она обладает высокой адгезией и хорошими теплоизоляционными свойствами. Достоинствами является ее стоимость и простота использования, но главный недостаток – это нехватка огнезащитных свойств и уязвимость к влаге и ультрафиолетовым лучам, что делает монтажную пену не пригодной для использования в помещениях с опасными огневыми процессами или работами [1]. Для зданий и сооружений класса конструктивной пожарной опасности С0 она должна иметь класс пожарной опасности КО, т.е. непожароопасная. Класс пожарной опасности строительных конструкций должен соответствовать принятому классу конструктивной пожарной опасности зданий, сооружений, строений пожарных отсеков, что приведено в таблице 22 приложения ФЗ №123.

Группа горючести материала не может быть основанием для его применения, т.к. пожаробезопасность конструкции достигается не только за счет слабогорючих свойств материалов, но и за счет конструктивных решений, применения соответствующих строительных материалов, а так же использования средств огнезащиты [2, с. 143].

Для помещений с высокой пожарной нагрузкой или различными видами работ, связанными с возникновением пламени, искр или высоких температур, особенно сопровождающихся взрывом [3, с. 212], необходимо применение огнестойкой монтажной пены, обладающей особыми характеристиками. Перед разработкой объемно-планировочных решений, выбором материалов конструкций и конструктивных схем зданий и сооружений взрывоопасных производств необходимо иметь информацию о защите конструкций и сооружений в целом от нагрузок, возникающих при взрыве горючих смесей внутри помещений [4, с. 122]. Огнестойкая монтажная пена отличается от не

огнестойкой монтажной пены тем, что имеет класс горючести B1, имеет способность сдерживать огонь длительное время и не горит при воздействии пламени, но одним из недостатков такой монтажной пены является ее стоимость, а также у конкретных производителей применение огнестойкой монтажной пены может потребовать определенных навыков или оборудования. Огнестойкая монтажная пена отличается от не огнестойкой и составом, так как в ней используют специальные добавки, которые замедляют горение – антипирены. Это позволяет материалу не только предотвратить распространение огня, но и выдерживать высокие температуры в течение определённого времени. Применяется в местах с повышенными требованиями к безопасности для монтажа в стенах, которые должны защищать от огня, а также в помещениях с повышенными требованиями к огнестойкости [5]. Даже в случаях, когда вероятность пожара очень мала, следует принимать меры пожарной безопасности, чтобы предотвратить последствия пожара, которые могут быть трагическими. [6]

Отличительной особенностью монтажной огнестойкой пены является цвет он розовый, оранжевый или красный, а не огнестойкая монтажная пена может быть бледно-желтой или голубого цвета [1]. Исследуя представленную продукцию монтажной пены на рынке от производителей, в ходе анализа сертификата продукции, были выбраны для примера огнестойкая монтажная пена Kronbuild B1 FPFB1 и не огнестойкая монтажная пена Технониколь MASTER 65. Из полученной информации, можно выделить, что в сертификатах на данную продукцию отмечается время сопротивления высоким температурам. У монтажной пены Технониколь Master 65 время сопротивления высоким температурам указано как «не применимо», класс горючести не указан, а у огнестойкой монтажной пены Kronbuild B1 FPFB1 - 240 минут, класс горючести B1. Способы применения огнестойкой монтажной пены Kronbuild B1 FPFB1 и монтажной пены Технониколь Master 65 идентичны.

Целесообразность покупки огнестойкой монтажной пены – уменьшить вероятность возникновения человеческих жертв и большого ущерба материальным ценностям. В процессе горения обычной монтажной пены, она выделяет едкий и токсичный дым, который может быть опасен для здоровья людей и затрудняет дыхание. Помещение и все оборудование, материалы, продукция может быть серьёзно повреждено огнём, дымом и копотью, а здоровье и жизни людей могут быть под угрозой. Устранение огня от горящей пены может быть затруднительным, и она долго тлеет. Огнестойкая монтажная пена (класс B1) не горит, а тлеет, что позволяет быстро перекрыть доступ кислорода к очагу возгорания и локализовать его, а также сохранить в целостности все имущество предприятия с помощью первичных средств пожаротушения или асбестового полотна. [7, 8]

Закончив анализ и выявив преимущества и недостатки применения не огнестойкой и огнестойкой монтажной пены в процессе строительства или ремонта здания, помещения, рассмотрим сценарий применения не огнестойкой монтажной пены в помещении с опасными огневыми работами. Допустим,

арендодатель помещения, в котором были утеплены вертикальные и горизонтальные поверхности с помощью не огнестойкой монтажной пены, сдает в аренду помещение для работ по обработке металла. Для обработки металла, может быть использована лазерная резка, инструмент в ходе применения которого могут возникать искры, а также при проведении сварочных работ или применении легковоспламеняемых веществ и материалов в ходе производственных работ, может возникнуть неконтролируемое горение. В данном случае, огонь может распространиться на монтажную пену, которая была использована в роли утеплителя, вследствие чего распространение пожара по всему помещению неминуемо, как и его задымление, токсичным дымом от монтажной пены.

В заключение следует отметить, что для проведения опасных огневых работ во время производственного процесса, следует применять огнестойкую монтажную пену, а также негорючие материалы, изолирующие отдельные элементы конструкции здания от распространения пожара, так как внедрение огнестойких пен позволяет существенно повысить уровень промышленной безопасности и минимизировать риски возникновения неконтролируемого горения на предприятиях.

Список источников

1. Официальный сайт «Компания «НТС». Противопожарная пена. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://htc-admix.ru/clauses/protivopozharnaya-pena>

2. Оценка огнестойкости композитных материалов / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, О. В. Михеева, Е. Н. Миркина // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения : Материалы XIII Национальной конференции с международным участием, Саратов, 20–21 апреля 2023 года / Под редакцией Б.В. Фисенко. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2023. – С. 142-145. – EDN YTIERP.

3. Миркина, Е. Н. К анализу взрывопожаробезопасности на предприятиях хлебопродуктов / Е. Н. Миркина, С. С. Орлова // Современное состояние и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения : материалы VI Международной научно-практической конференции, Саратов, 09–10 ноября 2017 года / Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. – Саратов: Амирит, 2017. – С. 210-213. – EDN ZWWMKX.

4. Орлова, С. С. Особенности обеспечения взрывоустойчивости зданий / С. С. Орлова, Т. А. Панкова // Основы рационального природопользования : Материалы VII Национальной конференции с международным участием, Саратов, 18–19 ноября 2021 года. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2021. – С. 121-123. – EDN PUQQSM.

5. ГОСТ 30247.0-94 Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=100081>

6. Орлова, С. С. Средства пассивной огнезащиты конструкций и коммуникаций зданий / С. С. Орлова, Е. Н. Миркина // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы X Национальной конференции с международным участием, Саратов, 23–24 апреля 2020 года. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2020. – С. 143-146. – EDN LKLLZH.

7. СП 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sudact.ru/law/prikaz-mchs-rossii-ot-12032020-n-151/sp-2.13130.2020/?ysclid=m91jjxp5vd326994731>

8. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным решениям - разделы 4, 6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200101593?ysclid=m91jjaszuz786498789>

© Клименко Н.О., Орлова С.С., 2025

Обзорная статья
УДК 699.81

МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ И МИНИМИЗАЦИИ ВЗРЫВОПОЖАРНЫХ РИСКОВ НА ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ

Ростислав Викторович Корелко, студент¹,
Светлана Сергеевна Орлова, к.т.н., доцент²

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

¹rostkorelko@gmail.com

²orlovass77@mail.ru

Аннотация: В статье рассматриваются современные методики оценки и минимизации взрывопожарных рисков на этапах проектирования зданий. Особое внимание уделяется комплексному подходу, включающему идентификацию опасных факторов, количественную оценку рисков и разработку технических решений, направленных на их снижение. Анализируются нормативные требования и примеры эффективных инженерных мер, способствующих повышению уровня безопасности объектов различного назначения. Результаты исследований подчеркивают важность интеграции оценки рисков в процесс проектирования для предотвращения аварийных ситуаций и защиты жизни и имущества.

Ключевые слова: взрывопожарные риски, оценка риска, проектирование зданий, минимизация рисков, пожарная безопасность, инженерные методы, нормативные требования

Для цитирования: Корелко Р. В., Орлова С. С. Методики оценки и минимизации взрывопожарных рисков на этапах проектирования зданий // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.245

Review article

METHODS OF ASSESSMENT AND MINIMIZATION OF EXPLOSION AND FIRE RISKS AT THE STAGES OF BUILDING DESIGN

Rostislav Viktorovich Korelko, student¹,

Svetlana Sergeevna Orlova, Ph.D., Associate Professor²

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

¹rostkorelko@gmail.com

²orlovass77@mail.ru

Annotation: The article discusses modern methods for assessing and minimizing explosion and fire risks at the stages of building design. Special attention is paid to an integrated approach, including the identification of hazards, quantification of risks and the development of technical solutions aimed at reducing them. The regulatory requirements and examples of effective engineering measures that contribute to improving the safety of facilities for various purposes are analyzed. The research results highlight the importance of integrating risk assessment into the design process to prevent emergencies and protect life and property.

Keywords: explosion and fire risks, risk assessment, building design, risk minimization, fire safety, engineering methods, regulatory requirements

For citation: Korelko R.V., Orlova S.S. Methods of assessment and minimization of explosion and fire risks at the stages of building design // Fundamentals of rational nature management: materials of the XI National conference with international participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.245

Взрывопожарные риски представляют серьезную угрозу для безопасности зданий и их пользователей. Их минимизация требует комплексного подхода, включающего анализ факторов риска уже на стадии проектирования. Это позволяет интегрировать меры защиты в конструктивные решения, снижая вероятность и степень последствий аварий.

Для оценки взрывопожарных рисков на этапах проектирования зданий используют различные методы, методики и модели, среди них:

- Расчётные методы, основанные на анализе параметров горючих веществ, их концентрации, температуры и давления. Эти методы позволяют определить вероятность возникновения взрыва или пожара, а также оценить их последствия;

- Моделирование, включая компьютерное моделирование, которое позволяет визуализировать и анализировать сценарии возникновения и распространения взрывов и пожаров. Моделирование может быть основано на физических законах, эмпирических данных или комбинации обоих подходов;

- Матричный анализ рисков, который включает оценку вероятности возникновения пожара и его потенциальных последствий. С помощью составления матрицы рисков определяют наиболее критические зоны, где нужно предпринять дополнительные меры по предотвращению пожара.

- Метод дерева отказов. Позволяет анализировать систему безопасности и выявлять факторы, которые могут привести к возникновению пожара. С помощью этого метода оценивают вероятность отказа важных систем и оборудования, которые влияют на безопасность от пожара.

- Экспертный анализ. Основан на мнении экспертов, которые имеют опыт работы в области пожарной безопасности. Эксперты оценивают потенциальные риски с учётом специфических особенностей деятельности объекта.

- Анализ исторических данных. Использование данных о прошлых пожарах позволяет выявить общие причины и факторы, которые могут повлечь за собой возникновение новых пожаров.

- Метод экспертных оценок. Он основан на оценках экспертов по определённым критериям, связанным с пожарной безопасностью. На основе результатов оценки взрывопожарных рисков разрабатываются мероприятия по их минимизации. Экспертные оценки могут использоваться для проверки результатов расчётов и моделирования, а также для разработки рекомендаций по минимизации рисков [1].

Для расчёта пожарных рисков используют методики и формулы, указанные в Приказах МЧС №382 и 404 [2]. Проектирование зданий с учетом пожарной безопасности важно для защиты людей и имущества.

Рассмотрим основные методики минимизации рисков:

- Анализ пожарной нагрузки. Определяются категории помещений по взрывопожарной опасности на основе характеристик материалов. Расчёт пожарной нагрузки оценивает потенциальный ущерб;

- Расчёт параметров взрыва. Оцениваются максимальное давление и импульс взрыва при воспламенении горючих веществ;

- Оценка вероятности пожара. Анализируются источники зажигания (электричество, открытый огонь, искры). Расчёт вероятности пожара с использованием статистических данных помогает выявить уязвимые места [3];

- Применение нормативных требований. Соблюдаются требования пожарной безопасности, включая проектирование систем противопожарной защиты (пожарная сигнализация, системы автоматического пожаротушения и дымоудаления), которые должны быть спроектированы с учётом специфики здания и его назначения;

- Разработка планов эвакуации. Создаются планы эвакуации и системы оповещения для обеспечения безопасности людей, включая обучение персонала и проведение учений по эвакуации [3];

- Использование огнестойких материалов. Выбор материалов и конструкций, обладающих повышенной огнестойкостью и устойчивостью к взрывам. Это может включать использование специальных огнестойких материалов и конструкций с улучшенными характеристиками, огнезащитные покрытия и пропитки для минимизации распространения огня [4, с. 144];

- Проектирование систем вентиляции. Разрабатываются системы вентиляции для удаления дыма и газов при пожаре, с использованием вентиляционных каналов (шахт, коллекторов или воздуховодов) повышенной огнестойкости для обеспечения безопасности оборудования в случае пожара, специальных мощных вентиляторов, не подверженных воздействию высоких температур и не деформирующихся при длительной работе, вентиляционных клапанов (противодымных и огнезадерживающих). [5, с. 40]. Эффективные системы дымоудаления при возгорании позволяют организовать эвакуацию людей и обеспечить эффективную работу аварийно-спасательных бригад при тушении [6, с. 137];

- Моделирование пожара. Используются компьютерные модели для эффективности систем противопожарной защиты [3];

- Применение автоматических систем пожаротушения. Проектируются автоматические системы пожаротушения, включая спринклерные системы и системы газового пожаротушения [3];

- Ограничение распространения пожара. При проектировании, в ходе строительства, перепланировки, эксплуатации зданий необходимо уделять внимание делению его на пожарные отсеки противопожарными преградами; с установкой в необходимых местах проемов противопожарных дверей, штор, окон, люков, с дальнейшим поддержанием их в целостном виде, исправном состоянии [7, с. 118];

- Применение технических решений, направленных на снижение вероятности возникновения взрывов и пожаров, например, использование систем контроля и управления технологическими процессами, обеспечивающих безопасную эксплуатацию оборудования.

Оценка и минимизация взрывопожарных рисков проводятся на различных этапах проектирования:

- предварительный этап включает анализ исходных данных, определение целей и задач проектирования, а также выбор методов оценки и минимизации рисков;

- этап разработки концепции включает разработку архитектурно-планировочного решения, выбираются строительные материалы, проектируются инженерные системы, в том числе системы противопожарной защиты [8, с. 243], а также проводится оценка влияния принятых конструктивных решений на взрывопожарную безопасность проектируемого здания или сооружения;

- этап детального проектирования включает разработку проектной документации, включая чертежи, спецификации и расчёты, а также окончательную оценку и минимизацию взрывопожарных рисков.

На предварительном этапе проектирования необходимо ознакомиться с нормативно-правовыми требованиями, регулирующими вопросы взрывопожарной безопасности. В России основным документом является Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Кроме того, действуют строительные нормы и правила (СНиП), своды правил (СП) и другие документы, содержащие требования к пожарной безопасности зданий и сооружений.

В заключение следует отметить, что интеграция методик оценки и минимизации взрывопожарных рисков в процесс проектирования зданий является необходимым условием обеспечения безопасности. Комплексный подход позволяет не только снижать вероятность аварий, но и уменьшать их потенциальный ущерб, обеспечить безопасность человеческой жизни и имущества.

Список источников

1. Анализ пожарных рисков на предприятии - опасности и меры предотвращения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://hanston.ru/press-centr/analiz-pozharnyh-riskov-na-predpriyatii-opasnosti-i-meryi-predotvrascheniya/>
2. Расчет и независимая оценка пожарного риска в 2025 году [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://smway.ru/kak-rasschityvajutsja-pozharnye-riski-i-kak-jeto-sdelat-bystro/>
3. Эффективные методы оценки рисков на производственном предприятии [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://hanston.ru/press-centr/effektivnye-metody-ocenki-riskov-na-proizvodstvennom-predpriyatii>
4. Орлова, С. С. Средства пассивной огнезащиты конструкций и коммуникаций зданий / С. С. Орлова, Е. Н. Миркина // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы X Национальной конференции с международным участием, Саратов, 23–24 апреля 2020 года. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2020. – С. 143-146. – EDN LKLLZH.
5. Орлова, С. С. Особенности устройства противодымных вентиляционных систем в зданиях / С. С. Орлова, Е. Н. Миркина // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы XI Национальной конференции с международным участием, Саратов, 22–23 апреля 2021 года. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2021. – С. 39-41. – EDN VKXVIG.
6. Орлова, С. С. Особенности противодымной вентиляции и дымоудаления в зданиях / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, Е. Н. Миркина // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы XV Национальной конференции с международным участием, Саратов, 10 апреля 2025 года. –

Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. – С. 135-139. – EDN KGCB DJ.

7. Орлова, С. С. Пожарная безопасность зданий торговых центров / С. С. Орлова, Е. Н. Миркина // Основы рационального природопользования: Материалы VII Национальной конференции с международным участием, Саратов, 18–19 ноября 2021 года. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2021. – С. 117-120. – EDN BXHJUG.

8. Корелко, Р. В. Обеспечение пожарной безопасности на различных этапах жизненного цикла здания / Р. В. Корелко, С. С. Орлова // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы XV Национальной конференции с международным участием, Саратов, 10 апреля 2025 года. – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. – С. 241-245. – EDN ITNCYY.

© Корелко Р. В., Орлова С. С., 2025

Обзорная статья
УДК 699.81, 692.23

ОСОБЕННОСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ И ПРОТИВОПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Арина Анатольевна Костенко, студент¹,
Светлана Сергеевна Орлова, к.т.н., доцент²

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

¹akostenko196@gmail.com

²orlovass77@mail.ru

Аннотация: В статье рассмотрены особенности реализации требований промышленной противопожарной безопасности при возведении высотных зданий. Анализируются основные риски, характерные для высотного строительства, и методы их минимизации. Особое внимание уделено современным подходам к управлению промышленной безопасностью на строительных площадках и мерам обеспечения пожарной безопасности высотных зданий.

Ключевые слова: промышленная безопасность, высотные здания, риски, пожарная безопасность, аварийная безопасность, системы безопасности

Для цитирования: Костенко А.А., Орлова С.С. Особенности реализации требований промышленной безопасности при возведении высотных зданий // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.250

FEATURES OF INDUSTRIAL AND FIRE SAFETY IN THE CONSTRUCTION OF HIGH-RISE BUILDINGS

Arina Anatolyevna Kostenko, student ¹,
Svetlana Sergeevna Orlova, Ph.D., Associate Professor²

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

¹ akostenko196@gmail.com,

² orlovass77@mail.ru,

Annotation: The article discusses the specifics of the implementation of industrial fire safety requirements in the construction of high-rise buildings. The main risks characteristic of high-rise construction and methods of their minimization are analyzed. Special attention is paid to modern approaches to industrial safety management on construction sites and fire safety measures for high-rise buildings.

Keywords: industrial safety, high-rise buildings, risks, fire safety, emergency safety, security systems

For citation: Kostenko A. A., Orlova S.S. Features of industrial and fire safety in the construction of high-rise buildings // Fundamentals of rational nature management: materials of the XI National conference with international participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.250

Промышленная безопасность при возведении высотных зданий является критически важным аспектом строительного производства. Рост числа высотных сооружений в современных городах обуславливает необходимость совершенствования методов контроля и предотвращения производственных рисков.

При строительстве высотных зданий особенности промышленной и противопожарной безопасности заключаются в применении огнестойких материалов, создании вертикальных и горизонтальных пожарных отсеков, оборудовании зданий комплексными автоматическими системами защиты, а также обеспечении безопасной эвакуации с помощью специальных лестниц и лифтов, а также свободных подъездов для пожарной техники.

Высотные здания – сложные системы, которые включают в себя конструкции и ряд инженерных сетей и систем. Они должны быть защищены от внешних и внутренних опасностей и угроз природного, техногенного и антропогенного характера [1].

Этапы строительства высотных зданий:

- Подготовка площадки. Чистка территории, установка временных коммуникаций и мест для хранения материалов.

- Фундамент. Для высотных зданий важен прочный фундамент, устойчивый к большим нагрузкам.

- Монолитное строительство. Применение монолитной технологии с использованием бетона позволяет создавать долговечные конструкции, устойчивые к внешним воздействиям.

- Инженерные сети. Установка коммуникаций (водоснабжение, электричество, вентиляция) для обеспечения комфорта и безопасности.

- Кровля и фасад. Завершение строительных работ включает монтаж крыши, окон и оформление фасада.

- Отделка. Внутренние работы и финальные штрихи, делающие здание готовым к эксплуатации [2].

Промышленная безопасность – это система мер, направленных на предотвращение аварий и обеспечение безопасной эксплуатации опасных производственных объектов. Эти меры охватывают множество аспектов: от технического обслуживания оборудования до организации работы персонала.

Некоторые особенности реализации требований промышленной безопасности при возведении высотных зданий:

- Учёт особых воздействий. При проектировании и расчёте высотных зданий необходимо учитывать особые воздействия, которые возникают при локальных разрушениях несущих конструкций в результате природных и антропогенных чрезвычайных ситуаций. К таким воздействиям относятся, например, образование карстовых воронок, провалов в основаниях зданий, взрывы снаружи или внутри сооружения, пожары, аварии и разрушение несущих конструкций.

- Организация внутренней системы обеспечения безопасности. В высотном здании должна быть организована внутренняя система комплексного обеспечения безопасности с возможностью централизованного управления, в том числе в критических и кризисных ситуациях.

- Регулярный анализ опасностей и рисков. Необходимо проводить регулярный анализ опасностей и рисков, общую оценку риска и корректировать действия по снижению риска на каждой стадии жизненного цикла высотного здания, его систем и подсистем.

- Ведение технической документации. Необходимо вести техническую документацию на высотное здание и его составляющие, которая содержит в хронологическом порядке все изменения, связанные с безопасностью, и сохранять её вплоть до вывода из эксплуатации здания и его составляющих, а также их утилизации.

- Подготовка персонала. Необходимо поддерживать готовность персонала, эксплуатирующего системы безопасности, и иного персонала службы безопасности к выполнению требований по обеспечению безопасности высотного здания путём регулярного тренинга.

Противопожарная безопасность – это комплекс мер и правил, направленных на предотвращение возникновения, распространения и последствий пожаров, а также на защиту людей, имущества и государства от них. Она обеспечивается через систему организационных и технических мероприятий, соблюдение которых регламентируется законодательством.

Основные составляющие противопожарной безопасности:

- Система предотвращения пожара: меры, направленные на исключение возможности возникновения пожара, например, через устранение горючей среды и источников зажигания;

- Система пожарной защиты: комплекс мер и технических средств для ограничения распространения огня и защиты людей и материальных ценностей от опасных факторов пожара;

- Законодательство и нормы: свод правовых, организационных и технических требований, устанавливаемых государством для обеспечения пожарной безопасности;

- Организационные мероприятия: регулярные проверки, обучение персонала, разработка планов эвакуации и соблюдение установленных правил, например, запрет на загромождение путей эвакуации.

Противопожарная безопасность обеспечивается с помощью:

- Материалы: используются негорючие материалы для отделки фасадов, а также при обеспечении пожарной безопасности навесных вентилируемых систем, уделяется внимание узлам примыкания фасада к оконным (дверным) проемам [3, с. 144]; используются конструктивные элементы с высокой степенью огнестойкости (например, REI 180 для несущих конструкций), специальные огнестойкие материалы и конструкции с улучшенными характеристиками, огнезащитные покрытия и пропитки для минимизации распространения огня [4, с. 144]; для обеспечения взрывоустойчивости используются комплексные решения, которые включают проектирование с учётом возможных взрывных нагрузок, использование специальных конструктивных решений и применение систем защиты, таких как противопожарные стены для ограничения распространения разрушений [5, с. 122];

- Зонирование: здание делится на пожарные отсеки, разделенные на каждом этаже, где вертикальные отсеки создаются с помощью противопожарных перегородок и дверей;

- Вентиляция: для высотных зданий оптимальной является приточно-вытяжная противодымная вентиляция с механическим побуждением, которая создает защищенные зоны (приток воздуха) и удаляет дым из опасных участков (вытяжка) [6, с. 138]. Это обеспечивает безопасную эвакуацию людей, создавая подпор чистого воздуха в коридорах, лестничных клетках и лифтовых шахтах, а также отводя дым через воздухопроводы или дымовые люки;

- Эвакуация: обеспечивается путем создания незадымляемых лестничных клеток (например, типа Н1 или Н2 с тамбур-шлюзами) и использования специализированных лифтов для пожарных и спасателей;

- Системы защиты: обязательно оснащение автоматической пожарной сигнализацией, системой оповещения и управления эвакуацией, а также внутренним противопожарным водоснабжением и системами пожаротушения.

Эффективная система пожарной безопасности включает в себя не только технические решения, но и организационные мероприятия, а также постоянный контроль и мониторинг состояния противопожарной защиты [7, с. 242].

Для обеспечения промышленной и противопожарной безопасности в высотных зданиях используются различные системы безопасности:

- Системы, связанные с безопасностью зданий и сооружений. Например, системы пожарной сигнализации, охранной сигнализации, автоматического пожаротушения, противодымной защиты, оповещения людей об опасности.

- Системы, связанные с безопасностью инженерных систем. Обеспечивают противоаварийную защиту инженерной системы и защиту обслуживающего персонала от неприемлемого риска причинения вреда их жизни и здоровью.

- Системы мониторинга инженерных систем, т.е. аппаратно-программные средства для регулярного наблюдения и регистрации состояния и функционирования инженерных систем здания.

После завершения строительства высотного здания необходимо обеспечить его безопасную эксплуатацию, для чего необходимо:

- проведение регулярных проверок состояния здания и его инженерных систем;

- разработка и реализация планов по устранению выявленных дефектов и неисправностей;

- обучение персонала правилам эксплуатации здания и его систем.

Также необходимо обеспечить своевременное проведение капитального ремонта и реконструкции здания в соответствии с требованиями промышленной безопасности.

В заключение следует отметить, что для обеспечения безопасности высотных зданий важны регулярные анализ опасностей и рисков, общая оценка риска и проведение корректирующих действий. Также необходимо вести техническую документацию на высотное здание и его составляющие, которая содержит в хронологическом порядке все изменения, связанные с безопасностью, и сохранять её вплоть до вывода из эксплуатации здания и его составляющих, а также их утилизации.

Список источников

1. Высотные здания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gectaro.com/blog/tpost/fz1mfopo71-visotnoe-stroitelstvo-kakie-vizovi-stoya>

2. Высотное строительство: вызовы и ключевые этапы | УЦ ОбрПрофи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://obrprofi.ru/blog/vysotnoe-stroitelstvo.html>

7. Оценка огнестойкости композитных материалов / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, О. В. Михеева, Е. Н. Миркина // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы XIII Национальной конференции с международным участием, Саратов, 20–21 апреля 2023 года / Под редакцией

Б.В. Фисенко. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2023. – С. 142-145. – EDN YTIERP.

4. Орлова, С. С. Средства пассивной огнезащиты конструкций и коммуникаций зданий / С. С. Орлова, Е. Н. Миркина // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы X Национальной конференции с международным участием, Саратов, 23–24 апреля 2020 года. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2020. – С. 143-146. – EDN LKLLZH.

5. Орлова, С. С. Особенности обеспечения взрывоустойчивости зданий / С. С. Орлова, Т. А. Панкова // Основы рационального природопользования: Материалы VII Национальной конференции с международным участием, Саратов, 18–19 ноября 2021 года. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2021. – С. 121-123. – EDN PUQQSM.

6. Орлова, С. С. Особенности противодымной вентиляции и дымоудаления в зданиях / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, Е. Н. Миркина // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы XV Национальной конференции с международным участием, Саратов, 10 апреля 2025 года. – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. – С. 135-139. – EDN KGCBDJ.

7. Корелко, Р. В. Обеспечение пожарной безопасности на различных этапах жизненного цикла здания / Р. В. Корелко, С. С. Орлова // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы XV Национальной конференции с международным участием, Саратов, 10 апреля 2025 года. – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. – С. 241-245. – EDN ITNCYY.

© Костенко А.А., Орлова С.С., 2025

РОБОТИЗИРОВАННАЯ КЛАДКА: МИФ ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ СОВРЕМЕННОЙ СТРОЙКИ?

Елена Владимировна Кузнецова, к. т. н., доцент¹,
Дарья Вадимовна Ипатова, студент²

^{1,2}Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург, Россия

¹com4lena@mail.ru

²ipatova_daria@mail.ru

Аннотация. В статье приводится анализ эволюции профессии строителя от древних зодчих до современных роботизированных технологий. Рассматривается проблема, связанная с нехваткой квалифицированных кадров в строительной отрасли, а также поднимается проблема замены человека роботом. Приводится исследование трансформации строительной области под влиянием роботизации на примере робота-каменщика SAM-100 от компании «Construction Robotics». Лучший вариант для типового строительства в короткие сроки.

Ключевые слова: возведение зданий, кирпичная кладка, робот-каменщик, робототехника в строительстве, автоматизация строительства, технологический прогресс, SAM-100.

Для цитирования: Кузнецова Е.В., Ипатова Д.В. Роботизированная кладка: миф или реальность современной стройки// Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.256

Original article

ROBOTIC MASONRY: MYTH OR REALITY OF MODERN CONSTRUCTION?

Elena Vladimirovna Kuznetsova, PhD, Associate Professor¹

Daria Vadimovna Ipatova, student²

^{1,2} Orenburg State University, Orenburg, Russia

¹com4lena@mail.ru

²ipatova_daria@mail.ru

Annotation. The article provides an analysis of the evolution of the construction profession from ancient architects to modern robotic technologies. The

problem of the shortage of qualified personnel in the construction industry is considered, and the problem of replacing humans with robots is also raised. A study of the transformation of the construction field under the influence of robotics is presented using the example of the SAM-100 bricklayer robot from Construction Robotics. The best option for typical construction in a short time.

Keywords: erecting buildings, bricklaying, robot bricklayer, robotics in construction, construction automation, technological progress, SAM-100.

For citation: Kuznetsova E.V., Ipatova D.V. Robotic masonry: myth or reality of modern construction// Fundamentals of Rational Use of Natural Resources: proceedings of the XI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilovsky University, 2025, p.256

Строитель — это одна из профессий, пришедших к нам уже давно, в тот момент, когда у человека появилась потребность в безопасности, защите от погодных условий и ночлеге.

Слово «архитектор» имеет греческое происхождение, что дословно переводится, как «главный строитель». Слово «архитектор» появилось во времена Петра I. Именно тогда появились первые «архитекторские школы». Ранее это ремесло не имело своего названия. Мастеров, которые возводили здания из природного камня называли «здателями» или «зодчими». Основная причина перехода от ремесла к профессии – это возросший спрос на передачу знаний в этой области.

XXI век показал хроническую нехватку квалифицированных кадров. В том числе с такой проблемой столкнулась область строительства. Сейчас найти хорошего каменщика - сложная задача. Большинство развитых стран столкнулось с проблемой демографического старения, вызванного устойчивым снижением рождаемости [1]. Многие молодые специалисты чаще выбирают удаленную работу, избегая профессий, связанных с тяжелым физическим трудом. Отрасль строительства стоит на пороге технологического переворота. Роботы-каменщики становятся не фантастикой, а реальностью. Технологическая революция наступит совсем скоро. Роботы начинают выходить с испытательных полигонов на строительные площадки. Разработчики обещают огромную скорость на возведение зданий, а также обещают, что робот будет выполнять работу с необычайной точностью и без перерывов. Означает ли это, что мы стоим на пороге эры, где опыт каменщика окажется ненужным? Или робот — это новый инструмент, который позволит увеличить объемы строительства, а также не заменит человека, а многократно усилит его способности?

Основой для создания любого робота являются сенсоры, актуаторы и вычислительные модули. Благодаря массовому производству для потребительской электроники (смартфоны, дроны, автомобили) такие компоненты, как IMU (инерциальные измерительные модули), лидарные дальномеры, камеры высокого разрешения и компактные электродвигатели, стали значительно дешевле и доступнее. Робототехника постепенно становится

более доступной. Роботы внедряются в область строительства с последующей автоматизацией технологических процессов.

Фундаментальный принцип каменной кладки остается неизменным на протяжении веков. Усовершенствовались только материалы, с помощью которых возводили здания. Раствор, камень претерпели изменения, но сам технологический принцип никак не изменился. Каменщики наносят раствор на кирпич или блок, а затем укладывают его в нужном положении.

Технологический прогресс спровоцировал интерес у компаний на создание робота-каменщика. В частности, таким производителем стала компания «Construction Robotics» (США). Она была основана в 2007 году и ее целью являлась автоматизация строительных процессов и внедрение робототехники в повседневную жизнь. Компания занимается разработками различных роботов, например, робота-каменщика SAM-100. Ключевая концепция «Construction Robotics» на главной странице гласит: «опытным работникам замены нет» [2]. Робот не заменяет каменщика, а работает совместно с ним, автоматизируя монотонные и физически тяжелые части процесса.

Аппаратная часть включает в себя основной модуль, роботизированную руку (манипулятор), конвейерную систему, бункер для раствора и систему нанесения. Основной модуль — это крупногабаритная стационарная платформа на колесах, которая устанавливается рядом с возводимой стеной. Роботизированная рука установлена на платформе, на конце манипулятора находится специальная "голова", которая осуществляет захват кирпича. SAM-100 имеет встроенный конвейер, который автоматически подает кирпичи из поддона к роботизированной руке. SAM-100 автоматически наносит раствор на кирпич.



Рисунок 1 – SAM-100

SAM-100 основан на полуавтономной системе, которая работает в паре с человеком. Каменщик устанавливает систему SAM вдоль стены, загружает поддоны с кирпичом и бункер с раствором. Задает базовые координаты, например, выставляет первые угловые кирпичи вручную. SAM берет кирпич с конвейера, наносит на него раствор и укладывает кирпич согласно цифровой модели. В свою очередь, каменщик выполняет финальные и контрольные операции: поправляет кирпич, чтобы обеспечить идеальное выравнивание; наносит раствор на постельную часть (ложок) кирпича или на предыдущий ряд; заполняет раствором вертикальные швы; контролирует общее качество кладки; работает в труднодоступных местах: оформляет углы, проемы окон и дверей, участки, где робот не способен дотянуться.

Основные преимущества, которые заявляет производитель: совместная работа человека и робота; экономия труда более 50%; увеличение производительности в 3-5 раз; снижение воздействия на здоровье и повышение безопасности. SAM-100 способен укладывать 3000 кирпичей в день, в то время как человек способен уложить около 500 кирпичей в день [2]. Рекорд SAM-100 составляет 3000 кирпичей в день [3].

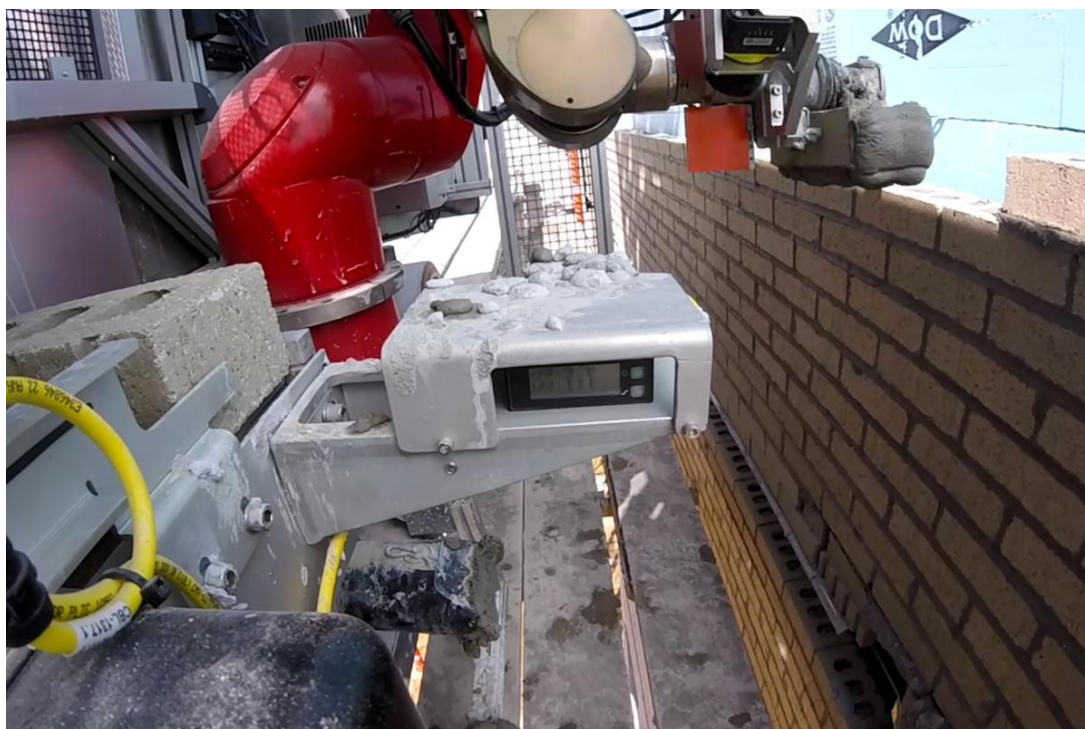


Рисунок 2 – SAM-100 выполняет кирпичную кладку

Можно отметить несколько основных недостатков, которые являются причиной не массового применения робота-каменщика. Высокая стоимость – пятьсот тысяч долларов. Строительная площадка – это не стерильный заводской цех, произойдет столкновение с суровыми погодными условиями, влажностью, пылью, а также неровностью основания. SAM-100 должен быть идеально выровнен, гусеницы робота должны быть выровнены, он должен быть закреплен, а лазеры должны быть точно настроены. Еще одним существенным

недостатком является ограниченная гибкость. Роботы-каменщики легко справляются с прямой кладкой, но им не под силу сложные архитектурные элементы такие, как арки, скругленные стены. Такие элементы требуют перепрограммирования или вовсе недоступны для автоматизации. Необходима перестройка всего процесса работы. Внедрение роботов требует изменения логистики, новых специалистов (операторов, программистов, робототехников). Еще одним недостатком является социальное сопротивление. Люди видят угрозу, конкуренцию за свои рабочие места, что создает дополнительный барьер для внедрения роботов-каменщиков.

Опыт других стран при работе с SAM-100. SAM-100 уже нашел свое применение в строительной отрасли, и несколько компаний используют эту технологию. Строительная компания из Индианы внедрила SAM-100 в свои строительные проекты, увеличив ежедневную производительность по кладке кирпича на 400 процентов. После приобретения SAM-100 компания заявляет, что теперь они укладывают более 2000 кирпичей в день [3].

Эффективность использования. В ходе использования выяснилось, что лучше и эффективнее всего SAM-100 выполняет работу по строительству типовых проектов. Кроме того, высота стен должна достигать от 914,4 до 1524 см (30-50 футов), а длина здания должна достигать 3048 см (100 футов). Небольшие проекты по кладке кирпичей не подходят для SAM-100, поскольку затраты на его использование не перевешивают преимуществ [3].

SAM-100 – технология, которая в будущем сможет упростить и сделать более безопаснее труд, а также снизит нагрузку на здоровье человека. Роботы и машины будут работать совместно. Человек будет только проводить контроль качества работы и помогать в труднодоступных для робота местах. Технологический прогресс не остановить. Роботы – это реальность современной стройки. Цель общества не отставать и суметь приспособиться под новый темп технологического прогресса. Строительство с помощью SAM-100 позволит быстро возводить типовое недорогое жилье за короткие сроки и сократит потребность в большом количестве квалифицированных кадров. Будут требоваться только опытные каменщики. В ближайшие десятилетия роботы будут заполнять строительные объекты и значительно ускорять процесс строительства.

Список источников

1. Быстрова А.С., Дембовский Н.Д., Сорокина С.П., Дедяев Д.Е., Вакуров А.Е. Hadrian x - автономная роботизированная система для кладки кирпича // Бюллетень науки и практики. 2019. №6 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/hadrian-x-avtonomnaya-robotizirovannaya-sistema-dlya-kladki-kirpicha> (дата обращения: 01.10.2025)
2. Construction Made Simpler and Safer // Construction Robotics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.construction-robotics.com/sam-2/> (дата обращения: 01.10.2025).

3. Andrew J. Madsen. The SAM100: Analyzing Labor Productivity // California Polytechnic State University San Luis Obispo [Электронный ресурс]. – Режим доступа: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1275&context=cmisp (дата обращения: 01.10.2025)

© Кузнецова Е.В., Ипатова Д.В., 2025

Обзорная статья
УДК 69.059.4

ПРОБЛЕМЫ ТРЁХСЛОЙНОЙ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ

Елена Владимировна Кузнецова, к.т.н., доцент¹,
Александра Михайловна Панченко, студент группы 22Стр(б)ПГС-2²
^{1,2}Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Россия
¹com4lena@mail.ru
²pancenkoaleksandra@yandex.ru

Аннотация: В статье приводятся ключевые проблемы, возникающие при проектировании, возведении и эксплуатации трёхслойной кирпичной кладки. Особое внимание уделяется вопросам влагопереноса и теплотехнической неоднородности, обусловленным проникновением влаги в утеплитель, образованием мостиков холода и нарушениями пароизоляции. Анализируются конструктивные недостатки, связанные с гибкими связями и различными деформациями слоев, а также влияние низкого качества материалов и ошибок монтажа.

Ключевые слова: трёхслойная кладка, кирпичная кладка, проблемы строительства, влагоперенос, теплопотери, гибкие связи, дефекты кладки, строительные материалы.

Для цитирования: Кузнецова Е.В., Панченко А.М. Проблемы трёхслойной кирпичной кладки//Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.261

Review article

THE PROBLEMS OF THREE-LAYER BRICKWORK

Elena Vladimirovna Kuznetsova, PhD, Associate Professor¹,
Alexandra Mikhailovna Panchenko, student of group 22Str(b)PGS-2²
^{1,2} Orenburg State University, Orenburg, Russia
¹com4lena@mail.ru,
²pancenkoaleksandra@yandex.ru

Annotation: The article presents the key problems that arise during the design, construction and operation of three-layer masonry. Special attention is paid to the issues of moisture transfer and thermal heterogeneity caused by the penetration of moisture into the insulation, the formation of cold bridges and violations of the vapor barrier. The design flaws associated with flexible joints and various deformations of the layers, as well as the impact of poor material quality and installation errors, are analyzed.

Keywords: three-layer masonry, brickwork, construction problems, moisture transfer, heat loss, flexible connections, masonry defects, building materials.

For citation: Kuznetsova E.V., Panchenko A.M. Problems of three-layer brickwork//Fundamentals of Rational Use of Natural Resources: proceedings of the XI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilovsky University, 2025, p.261

На современном рынке стройматериалов, несмотря на изобилие инновационных предложений, кирпичные строительные конструкции продолжают пользоваться устойчивым спросом, предлагая целый ряд весомых преимуществ. Потребители традиционно отдают предпочтение кирпичу при выборе материала для возведения наружных стен, высоко оценивая его способность поддерживать оптимальный микроклимат в помещении благодаря естественной паропроницаемости ("дыханию"), а также исключительную долговечность. Помимо чисто технических достоинств, кирпич обладает и неоспоримой эстетической ценностью: разнообразие техник кладки, таких как баварская или римская, позволяет создавать выразительные и уникальные фасады. В городской застройке, где доминируют бетонные здания, кирпичный дом не просто жилье, а символ статуса и капиталовложения. Его возведение – это трудоемкий процесс, требующий мастерства, что прямо отражается на его стоимости. В результате, приобретая такую недвижимость, владелец получает не только комфорт, но и гарантирует высокую ликвидность своего актива, делая его отличной инвестицией.

Ситуация в строительной отрасли кардинально изменилась после решения Госстроя России в 1995 году о внедрении повышенных требований к теплотехническому сопротивлению ограждающих конструкций. Проектировщикам пришлось активно искать наиболее рентабельные решения для наружных стен. Новые стандарты по теплозащите привели к необходимости увеличения толщины однослойных кирпичных стен до непрактичных 1,5-2,0 метров, что фактически наложило запрет на возведение зданий с однослойными стенами из кирпича, а также легких бетонов и дерева.

Несмотря на очевидные преимущества кирпичных зданий, этот материал не лишен и недостатков. Основными из них являются высокая стоимость и низкая скорость строительных работ. Низкая производительность обусловлена тем, что кирпичная кладка по сей день является исключительно ручным трудом, а внедрение автоматизированных систем и искусственного интеллекта пока находится на экспериментальной стадии. Для возведения крупного объекта

требуется либо значительно увеличить число квалифицированных каменщиков, либо существенно продлить сроки работ, что влечет за собой значительные финансовые издержки для застройщика. К тому же, в холодное время года строительство часто останавливается, и после зимней паузы необходимо проводить дополнительное обследование здания перед возобновлением работ.

Фундамент, как несущая основа всего здания, воспринимает нагрузки от всей конструкции. Многоэтажные кирпичные сооружения обладают значительным весом, что предъявляет повышенные требования к прочности и размеру фундамента. Это, в свою очередь, существенно увеличивает его стоимость и, соответственно, общую смету проекта.

Источником многих аварийных ситуаций стали ошибки, допущенные еще на стадии проектирования. Однако чаще всего деструктивные процессы в наружных элементах кладки являются результатом комплексного воздействия нескольких факторов: грубых нарушений строительных технологий при возведении стен и перекрытий, в сочетании с недочетами в проектной документации и, к сожалению, низким качеством используемых строительных материалов.

Нередко первопричиной аварийных ситуаций становятся просчеты, допущенные еще на этапе разработки проектной документации. Однако, чаще всего, к развитию деструктивных изменений в наружной кладке приводит совокупность негативных факторов: отступления от установленных технологий при возведении стен и перекрытий, ошибки проектирования и, к сожалению, использование некондиционных строительных материалов. Отдельного внимания заслуживают недостатки в проектировании защиты конструкций парапетов ограждений и лоджий от воздействия атмосферных осадков. Это может проявляться в отсутствии или неправильном устройстве вентилируемого зазора, его засорении строительным мусором, применении утеплителей с высоким водопоглощением, а также в недостаточной гидро- и пароизоляции.

Проникновение влаги в структуру стены – одна из наиболее опасных проблем, характерных для трехслойной кирпичной кладки. Накопление влаги в утеплителе или вентиляционном канале существенно ухудшает теплотехнические характеристики конструкции и чревато серьезными дефектами и разрушениями. Несмотря на внешнюю прочность, кирпичная кладка обладает определенной пористостью, что позволяет дождевой воде проникать через дефектные швы (особенно при их некачественной герметизации или разрушении) и поры самого кирпича. В условиях интенсивных или продолжительных осадков вода может просачиваться сквозь наружный слой и попадать в вентиляционный зазор или непосредственно на теплоизоляционный материал. Вода, как известно, обладает высокой теплопроводностью (значительно превосходящей теплопроводность воздуха и большинства утеплителей), поэтому при намокании утеплитель перестает выполнять свою функцию, а стена начинает интенсивно терять тепло, что

приводит к росту расходов на отопление. Кроме того, избыточная влажность способствует развитию коррозии гибких связей, о чем будет подробно далее.

Произведенными обследованиями установлено, что наиболее характерными нарушениями, связанными с выполнением строительно-монтажных работ в зданиях с трехслойными наружными кирпичными стенами, являются отсутствие в лицевом слое вертикальных деформационных швов и некорректное решение горизонтальных деформационных швов под опорными поясами. Вероятность образования вертикальных трещин должна быть снижена устройством гибких связей, вертикальных температурно-деформационных швов. Гибкие связи являются ключевым элементом трёхслойной кладки, обеспечивающим совместную работу всех слоёв стены и её устойчивость. Они передают нагрузки (например, ветровые) от наружной облицовочной версты к несущему слою, предотвращая её выпучивание и расслоение. Однако именно с гибкими связями связано множество потенциальных конструктивных проблем.

Одной из основной проблемой является коррозия: использование обычной углеродистой стали без антикоррозионного покрытия, повреждение цинкового или полимерного покрытия в процессе монтажа, воздействие влаги (особенно в щелочной среде цементного раствора) и агрессивных химических веществ. Ржавчина, образующаяся на поверхности металла, имеет больший объем, чем исходный материал. Это вызывает внутренние напряжения в кладке.

Недостаточное количество или неправильный шаг установки связей также является одной из причин возникновения трещин, потому что в ходе строительства производится замена гибких связей на более дешёвые и менее долговечные для уменьшения денежных затрат или количество связей может быть уменьшено на более меньшее или вообще отсутствовать из-за неправильного спроектированного стенового ограждения проектировщиком, или из-за раннее описанной причины.

Проблемы, связанные с гибкими связями, вызывают дальнейшие последствия: расслоение кладки, выпучивание наружной версты (под воздействием собственного веса, ветровых нагрузок, а также температурных и влажностных деформаций, не закреплённая должным образом облицовочная верста может деформироваться и выгибаться наружу), потеря устойчивости, трещины и деформации, ухудшение теплотехнических характеристик (хотя связи и не являются основным источником теплопотерь, коррозия металлических связей или разрушение утеплителя вокруг них может усугублять проблему мостиков холода).

Так же к ряду проблем, возникающих при проектировании, является облицовку торцов плит перекрытия из клинкерного кирпича, разрезанного на более меньшие по размеру плитки и его оштукатуривании. Это приводит к быстрому разрушению кирпича при сезонном «замораживании-оттаивании», отсутствие в проектах требований к форме растворных швов и к форме заполнения объёма кирпича.

Толщина швов в кирпичной кладке должна составлять примерно 10 мм для вертикальных и 12 мм для горизонтальных швов. Допустимые отклонения

составляют 8–15 мм для вертикальных и 10–15 мм для горизонтальных швов, а кирпичную кладку выполнять только из полнотелого кирпича для восприятия продольных нагрузок.

Трёхслойная кирпичная кладка, безусловно, является эффективным и привлекательным решением в современном строительстве, предлагая оптимальное сочетание эстетики, долговечности, прочности и высоких теплоизоляционных свойств. Однако, как показал детальный анализ, эта конструкция является значительно более сложной и требовательной к качеству исполнения, чем кажется на первый взгляд. Её эффективность и долговечность напрямую зависят от безукоризненного соблюдения технологических процессов и глубокого понимания физических явлений, происходящих в стене.

Проблемы трёхслойной кирпичной кладки — от коварного проникновения влаги и образования мостиков холода до конструктивных дефектов, связанных с гибкими связями и деформациями — не являются непреодолимыми, но требуют комплексного, системного подхода на всех этапах жизненного цикла здания.

На этапе проектирования необходимы тщательные теплотехнические расчеты, грамотный подбор материалов, адекватное проектирование вентиляционных зазоров, гибких связей, деформационных швов и узлов примыканий. Отступления от нормативов и экономия на качестве проектных работ неизбежно приводят к серьезным последствиям.

Качество выполнения работ на этапе строительства и используемых материалов имеет первостепенное значение. Строгий контроль за соблюдением технологии кладки, правильной установкой утеплителя и гибких связей, а также предотвращение засорения воздушного зазора — это ключевые аспекты, определяющие будущую работоспособность и долговечность стены. Квалификация рабочих и ответственный технический надзор играют решающую роль.

Регулярный мониторинг состояния фасада и своевременное устранение возникающих дефектов помогают продлить срок службы конструкции и предотвратить развитие более серьезных проблем. Игнорирование любой из перечисленных проблем или попытки сэкономить на качественных материалах и квалифицированных специалистах могут привести к значительным эксплуатационным расходам, потере тепло эффективности, снижению комфорта проживания, а в худшем случае — к частичному или полному разрушению ограждающих конструкций.

Таким образом, для реализации всех преимуществ трёхслойной кирпичной кладки необходима ответственность и компетентность всех участников строительного процесса. Только при таком подходе можно гарантировать создание надежных, энергоэффективных и долговечных зданий, отвечающих современным требованиям безопасности и комфорта. Развитие новых материалов и технологий, а также постоянное повышение квалификации специалистов, будут способствовать минимизации рисков и дальнейшему совершенствованию этого типа ограждающих конструкций.

Список источников

1. Гроздов, В.Т. Дефекты строительных конструкций и их последствия. – М.: Стройиздат, 2007. – с. 32.
2. Добромыслов, А.Н. Диагностика повреждений зданий и инженерных сооружений. – М.: Стройиздат, 2006. – с. 51-53.
3. Кочерженко, В.В. Технология реконструкции зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 2007. – с. 28-29.
4. Кулешов И.В. Проблемы трехслойной кладки//Шаг в науку. – 2018. – с. 143-147.
5. СП 15.13330.2020. Каменные и армокаменные конструкции/Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, – 2020.

© Кузнецова Е.В., Панченко А.М., 2025

Научная статья
УДК 692.1

РАСЧЕТ СВАЙНОГО ОСНОВАНИЯ С ВОЗМОЖНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ КАРСТОВЫХ ВОРОНОК

**Анастасия Вадимовна Куликова, студент 5-го курса¹,
Рустам Григорьевич Нехай, к.т.н., доцент²**

^{1,2} Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия

²sarran-project@bk.ru

Аннотация: Провалы в грунте являются серьезным препятствием для возведения и эксплуатации здания. Расчет производится для предотвращения возможных опасностей, связанных с карстовым процессом.

Ключевые слова: обрушение, основание, карст, сваи, расчет.

Для цитирования: Куликова А.В., Нехай Р.Г. Расчет свайного основания с возможностью образования карстовых воронок// Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.266

Original article

CALCULATION OF THE PILE FOUNDATION WITH THE POSSIBILITY OF FORMATION OF SINKHOLES

**Anastasia Vadimovna Kulikova, 5th-year student¹,
Rustam Grigorievich Nekhai, PhD, Associate Professor²**

^{1,2}Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

²sarran-project@bk.ru

Annotation: Sinkholes in the ground are a serious obstacle to the construction and operation of a building. The calculation is performed to prevent possible hazards associated with the karst process.

Keywords: the collapse, footing, karst, pile, calculation.

For citation: Nekhai R.G., Kulikova A.V. Calculation of a pile foundation with the possibility of karst sinkholes formation// Fundamentals of rational environmental management: materials of the XI National conference with international participation – Saratov: FGBOU VO Vavilovsky University, 2025, p.266

Карстовая воронка – возможное обрушение грунта на поверхности, выполняется расчет исходя из устойчивости цилиндра грунта над карстовой полостью чаще всего в известняке. Полость может быть больше воронки или вообще не создать воронку из-за прочности грунта, и условный цилиндр грунта не обрушится [1,2,3].

Необходимые варианты расчетов можно рассмотреть в СП499, от напластования грунтов и условий рассматривается подходящий. Такой подход не является достоверным и не отражает физическое состояние массива, так как в нем есть полости, и он может проваливаться.

Образование карстовых провалов грозит сооружению, что часть свай будет выключена из работы, часть здания окажется над воронкой, а нагрузка распределиться на соседние сваи [4,5,6].

Рассматривая свайное основание, необходимо:

- отключить несущую способность свай, попавшую в диаметр обрушения и рассмотреть наихудшие места;
- дополнительное пригружение от грунта на боковую поверхность свай;
- согласно СП499, для задания всех нормативных нагрузок, использовать коэффициент запаса $\gamma_f=1$;
- проверка свайного основания по первой группе предельных состояний с учетом карстовых деформаций, без учета трещин.

Поскольку карст может образоваться в любом месте, следует рассмотреть все возможные места. Под некоторыми местами провал грунта будет наихудшим, и возможно рассмотрение только данных участков [7,8].

Ими являются наиболее загруженные части зданий:

- угловые участки стен;
- наиболее нагруженные пилоны и колонны;
- участки с большим пролетом конструкции.

Помимо расчета свайного поля, требуется усиление мощности грунта [9,10]. Оценка грунтового массива производится по предельному равновесию грунта над карстовым обрушением по формуле:

$$D > D_0,$$

где

D – предельно допустимая карстовая полость (м),

D_0 – расчетный диаметр полости.

Затрудненность данной темы заключается не в составлении расчета, а с высокой неопределенностью исходных данных, их влияние на основание и сооружение.

Список источников

1. Нехай, Р. Г. Прочность на сжатие образцов бетона в зависимости от размера образца, водонасыщения и эффекта бурения / Р. Г. Нехай, А. А. Пентин // Актуальные вопросы строительства: конструкции, технологии, экономика : Сборник статей по материалам конференции архитектурно-строительного факультета, Краснодар, 17 февраля 2021 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. – С. 67-71. – EDN ZCHLOG.
2. Зильберова, И. Ю. Определение частных критериев эффективности субподрядчиков при выполнении строительно-монтажных работ / И. Ю. Зильберова, Р. Г. Нехай, А. С. Овсянникова // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 4(38). – С. 88. – EDN VNZCCB.
3. Зильберова, И. Ю. Алгоритм решения обратной задачи распределения неоднородных ресурсов / И. Ю. Зильберова, А. Л. Маилян, Р. Г. Нехай // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 4(38). – С. 85. – EDN VNZCAX.
4. Матвиченко, А. А. Кевларобетон. Технология производства, состав, свойства, плюсы и минусы применения в строительстве / А. А. Матвиченко, Р. Г. Нехай // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения : Материалы Национальной научно-практической конференции. В 2-х томах, Ульяновск, 20–21 июня 2019 года. Том 2019-2. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2019. – С. 56-61. – EDN FQPUUL.
5. Нехай, Р. Г. Оптимальное функциональное зонирование берегового пространства / Р. Г. Нехай, А. Ю. Скобелева // Строительство и экономика: проблемы и решения : Сб. ст. по материалам региональной науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, магистрантов и преподавателей, 21 марта 2018 г.. – Краснодар : ООО «Экоинвест», 2018. – С. 61-62. – EDN VKWKQA.
6. Численный метод вариантного проектирования чаши бассейна и его технико-экономическая оценка / О. Г. Дегтярева, С. Ю. Найденов, Т. И. Сафронова, Г. В. Дегтярев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 69. – С. 303-308. – DOI 10.21515/1999-1703-69-303-308. – EDN YPJLXL.
7. Дегтярев, В. Г. Исследование течения жидкости в лабораторном образце ленточного запорного органа регулятора воды при использовании САЕ - системы FLOWVISION / В. Г. Дегтярев, Н. В. Коженко, Г. В. Дегтярев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 119. – С. 1134-1158. – EDN WAFLDN.

8. Молотков, Г. С. Технология реконструкции промышленных зданий со сборным железобетонным каркасом / Г. С. Молотков, О. С. Бурбин // Строительство и экономика: проблемы и решения : Сб. ст. по материалам региональной науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, магистрантов и преподавателей, 21 марта 2018 г.. – Краснодар : ООО «Экоинвест», 2018. – С. 14-17. – EDN YMKSXB.

9. Implementation of investment and construction projects as part of the interior image formation / S. Ovchinnikova, A. Sekisov, I. Shinkareva [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : XIII International Scientific Conference Architecture and Construction 2020, Novosibirsk, 22–24 сентября 2020 года. Vol. 953. – BRISTOL: IOP Publishing Ltd, 2020. – P. 012082. – DOI 10.1088/1757-899X/953/1/012082. – EDN HLYAWN.

10. Резниченко, С. М. Организация и управление строительным производством / С. М. Резниченко, С. В. Овчинникова, А. Н. Секисов. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2020. – 223 с. – ISBN 978-5-907402-04-1. – EDN JKBWUC.

© Куликова А.В., Нехай Р.Г., 2025

Научная статья
УДК 625 7/8.05

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АБЗ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ПУТЕМ ГАЗИФИКАЦИЕЙ СЖИЖЕННЫМ УГЛЕВОДОРОДНЫМ ГАЗОМ (СУГ)

Илья Викторович Кулис¹

¹Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых,
г. Владимир, Россия

¹ Coolisil@mail.ru

Аннотация. Приведены практические рекомендации по модернизации производственного процесса АБЗ путем газификацией СУГ. Выявлены основные мероприятия направленные на повышение экологической безопасности на АБЗ.

Ключевые слова: АБЗ (асфальтобетонный завод), загрязняющие вещества, газификация СУГ, дорожно-строительное предприятие, Калининградская область.

Для цитирования: Кулис И.В., Повышение экологической безопасности АБЗ дорожно-строительного предприятия Калининградской области путем газификацией сжиженным газом (СУГ) // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет,

IMPROVING THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF THE KALININGRAD REGION ROAD CONSTRUCTION ENTERPRISE THROUGH GASIFICATION WITH LIQUEFIED PETROLEUM GAS (LPG)

Ilya Viktorovich Kulis

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov, Vladimir, Russia

Coolisil@mail.ru

Annotation. Practical recommendations are given for the modernization of the ABZ production process by LPG gasification. The main measures aimed at improving environmental safety in the region have been identified.

Keywords: ABZ (asphalt concrete plant), pollutants, LPG gasification, road construction company, Kaliningrad region.

For citation: Kulis I.V., Improving the Environmental Safety of ABZ Road Construction Enterprises of the Kaliningrad Region by Gasification with Liquefied Natural Gas (LPG) // Fundamentals of Rational Use of Natural Resources: Proceedings of the XI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025. P.269

Производство асфальтобетонных смесей сопровождается выделением опасных загрязняющих веществ в атмосферу.

Основными направлениями обеспечения экологической безопасности на АБЗ могут быть:

- использование применяемого экологического топлива для нагрева каменных материалов при производстве асфальтобетонных смесей;
- совершенствование систем пылеулавливания и очистки газов на асфальтосмесительных установках;
- внедрение экологически чистых технологий производства асфальтобетонных смесей.

Одним из способов снижения количества выбросов в атмосферу является перевод работы сушильных барабанов асфальтовых заводов с топлива на природный газ или сжиженный углеводородный газ. Усреднённые показатели выделения вредных веществ в атмосферу приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Количество вредных выбросов в зависимости от вида топлива

Наименование вредных веществ	Класс опасности ГОСТ 12.1.00588(2001)	Удельное количество вредных веществ для топлива	
		Дизельное топливо, кг/м ³	Газ природный, СПГ, СУГ, кг/10 ³ ·м ³
Окислы азота	III	12,4	6.24
Сернистый ангидрид	III	20 · S	-
Оксид углерода	IV	0.0048	-
Твёрдые вещества (сажа)	III	1.2	0.024
Углеводороды	I	0.38	-

Примечание: S - содержание серы в топливе в % от рабочей массы

Приведенные данные по количеству выбросов в зависимости от вида топлива наглядно иллюстрируют целесообразность использования природного газа либо углеводородный газ (СУГ), позволяющего существенно сократить количество газообразных и твердых выбросов [1, с. 35].

Оптимизация, автономность и энергонезависимость - приоритетные задачи любого предприятия. Асфальтобетонные заводы используют энергозатратное оборудование, где расход топлива — весомый фактор стоимости продукции [2, с. 30].

Владельцы АБЗ все чаще обращаются к нам с целью уменьшения расходов на топливо.

В Калининградской области имеется около 15 асфальтовых заводов, в качестве основного топлива используют топочный мазут.

Использование газа позволяет улучшить санитарно–гигиенические условия труда и снизить загрязнение воздушной среды вредными выбросами, оказывает существенное влияние на ускорение научно–технического прогресса [3, с. 60].

Проанализировали ситуацию по переходу на альтернативный вид топлива как природный газ или сжиженный углеводородный газ (СУГ).

Основной трудностью газификации АБЗ природным газом является достаточно высокая стоимость этого мероприятия.

В виду отсутствия вблизи предприятия центрального газопровода и крайней отдалённости точки подвода (более 5 км), что будет вызвано значительными затратами в строительстве подводящего трубопровода (более 25 миллионов), идеальным решением будет перевооружение по автономной газификации сжиженным углеводородным газом (СУГ) [4, с. 44].

Сжиженный газ СУГ является одним из экономичных видов топлива, используя в качестве резервного, аварийного и стартового топлива.

Основными преимуществами системы газоснабжения на СУГ являются:

- невысокая цена сжиженного углеводородного газа;
- низкие затраты на эксплуатацию;
- быстрый и незаметный переход с природного газа на СУГ;
- экологичность топлива по сравнению с остальными типами.

Газификация предприятия производится на основе следующих процессов:

- Проектирование и регистрация проекта,
- Получение разрешения на строительство,
- Подготовка строительной площадки под установку газгольдеров,
- Установка газгольдеров и испарительных установок на основе проекта,
- Сдача объекта в эксплуатацию, пуско-наладочные работы.

Стоимость и сроки проектирования систем газоснабжения на СУГ

Основными факторами, влияющими на инвестиционные затраты больше всего, являются требования к производительности и выходному давлению газа, используемого вида СУГ (пропан-бутан или пропан), назначение системы газоснабжения, а также возможность модернизации устройства газоснабжения за счет увеличения производственных мощностей.

Тогда для варианта снабжения сжиженным углеводородным газом имеем:

$$Z_{\text{СУГ}} = K_{\text{СУГ}} + Y_{t_{\text{сл}}} \cdot I_{\text{СУГ}}, (1)$$

где $K_{\text{СУГ}}$ - капитальные вложения в систему газоснабжения объекта СУГ, руб.;

$I_{\text{СУГ}}$ - годовые эксплуатационные расходы по системе снабжения СУГ, руб./год;

$Y_{t_{\text{сл}}}$ - дисконтирующий множитель, определяемый по формуле:

$$Y_{t_{\text{сл}}} = \sum_{i=1}^{t_{\text{сл}}} \frac{1}{(1+E)^i} = \frac{(1+E)^{t_{\text{сл}}} - 1}{(1+E)^{t_{\text{сл}}} \cdot E}, (2)$$

где $t_{\text{сл}}$ - срок службы системы газоснабжения, лет; E - коэффициент эффективности капитальных вложений, 1/год.

В Калининградской области проектированием и установкой мобильных автономных котельных работающих на сжиженном углеводородном топливе занимается только ООО «Балтавтономгаз», у них было запрошено коммерческое предложение.



Рисунок 3 - Схема газификации СУГ

Расчет проекта «Газоснабжение сжиженным углеводородным газом (СУГ) семи горелок: котел на битуме, 2-х котлов бойлеров, большого котла на битуме, котла на АБЗ, котла отопления бытовок, котла отопления офиса, горелки на заводе общей мощностью 15 600 кВт.

Стоимость проекта по данному предложению составит **9 187 000,00 (Семь миллионов сто восемьдесят семь тысяч) рублей.**

Далее приведем расчет окупаемости проекта дисконтированным способом.

Для наглядного представления расчеты отобразили в таблице 2.

Таблица 2 - Экономический эффект от реализации проекта

Капиталовложения, тыс. рублей	Экономия в год тыс. рублей	Срок окупаемости, лет
К = 9 187,00	Э = 8 800,00	T _{OK} = 1,04 лет.

Учитывая значительное сокращение вредных выбросов в атмосферу, меньшие эксплуатационные затраты при работе асфальтового завода на газе, упрощение технологического процесса, облегчение эксплуатации оборудования, можно говорить о целесообразности данного проекта.

Список источников

1. Лупанов А.П. Выбросы загрязняющих веществ при производстве асфальтобетонных смесей и пути их снижения / А.П. Лупанов, Н.Г.

Моисеева, Н.В. Гладышев // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2013. – № 4. – С. 37-38.

2. Солдатова В.А. Обеспечение экологической безопасности средствами прокурорского надзора / В.А. Солдатова, В.П. Виноградов. // Экологическая безопасность. Технология города. Управление отходами – 2006. – № 1. – С. 27-31.

3. Силкин В.В. Перспективы применения сжиженного газа / В.В. Силкин, А.П. Лупанов, М.А. Мухин. // Строительная техника и технологии. – 2013. – № 3. – С. 64-68.

4. Скрыпник, Е. А. Управление ресурсосбережением на промышленных предприятиях / Е. А. Скрыпник // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2019. – № 1. – С. 45–55

© Кулис И.В., 2025

Научная статья
УДК 630.181

ИЗУЧЕНИЕ ЗЕЛЕННЫХ КРЫШ

**Ольга Валентиновна Михеева¹, к.т.н., доцент,
Светлана Сергеевна Орлова², к.т.н., доцент,
Елена Николаевна Миркина³, к.т.н., доцент.**

^{1,2,3}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И.Вавилова, г. Саратов, Россия

¹omuk@inbox.ru

²orlovass77@mail.ru

³docentmirkina@rambler.ru

Аннотация. В статье рассмотрены исследования теплового режима зеленых крыш

Ключевые слова: Теплопотери, зеленые крыши

Для цитирования: Михеева О.В, Орлова С.С., Миркина Е.Н. Изучение зеленых крыш // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.274

Original article

STUDYING GREEN ROOFS

**Olga Valentinovna Mikheeva, PhD, Associate Professor¹,
Svetlana Sergeevna Orlova PhD, Associate Professor²,
Elena Nikolaevna Mirkina, PhD, Sciences, Associate Professor³**

^{1,2,3}Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹omuk@inbox.ru

²orlovass77@mail.ru

³docentmirkina@rambler.ru

Abstract. This article examines studies of the thermal regime of green roofs.

Keywords: Heat loss, green roofs

For citation: Mikheeva O.V, Orlova S.S., Mirkina E.N. Study of Green Roofs // Fundamentals of Rational Nature Management: Proceedings of the XI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.274

Исследования в области "зеленых" крыш в таких странах, как Германия, Канада, Швейцария и многих других, привели к модернизации их конструкций и технологий для российских регионов.

Однако российских исследований по установке "зеленых" крыш и ремонту домов с учетом местных условий остается мало. Поэтому была проведена оценка экологических преимуществ обширных зеленых крыш. Интенсивный метод считается менее эффективным с экологической точки зрения и более дорогостоящим, поскольку он создает значительно большую нагрузку на несущие конструкции и требует большей механической поддержки, поэтому рассматривался экстенсивный метод.

Из-за стремительного роста городов застройщики часто упускают из виду такой важный аспект, как экологическая устойчивость. В условиях плотной городской застройки создание обширных зеленых зон, парков и скверов не всегда возможно, поэтому ведущие международные и российские архитектурные бюро обращаются к технологиям "зеленого" строительства. В России широкое внедрение таких технологий сталкивается с рядом препятствий: недостаточной популяризацией методов "зеленого" строительства, высокой стоимостью материалов (из-за отсутствия развитого рынка для таких технологий) и недостаточной квалификацией специалистов. Таким образом, в нашей стране установка зеленой крыши, например, на частном доме, увеличивает затраты на строительство примерно на 10%.

Однако, благодаря положительному эффекту масштаба при строительстве многоэтажных городских зданий, этот показатель может быть значительно снижен.

Конструкция зеленой крыши (в дополнение к самой несущей крыше) состоит примерно из 6-10 слоев (в зависимости от технологии). Наблюдения за температурой проводились на крыше здания в сухую, жаркую погоду в течение 12 часов, начиная с 9:00 утра, с часовыми интервалами. Измерения температуры проводились на не большом участке экспериментальной зеленой крыши размером 1000x1000мм. Данные, полученные в результате исследований, представлены ниже в таблице 1 и графиках.

Таблица 1 - Средние температуры воздуха на крыше

Время дня, час.	Т воздуха, °С	Т обычной крыши, °С	Т зеленой крыши, °С
1	2	3	4
09	23,8	33,1	20,2
10	26,7	39,5	21,0
11	29,3	49,1	23,2
12	32,1	56,0	23,9
13	32,5	58,1	24,1
14	33,2	57,4	24,2
15	32,7	56,1	24,2
16	31,4	52,2	24,0
17	29,3	46,3	23,5
18	27,6	42,1	23,1
19	25,4	35,0	21,8
20	22,4	30,3	21,4
21	21,2	26,5	21,2
Т ср	28,2	44,7	22,7

Основными проблемами при создании садов на крыше являются разрушительная сила корневой системы и ветровые нагрузки, поэтому дизайн садов на крыше довольно сложен [4,5]. Обычно они включают в себя несколько изолирующих слоев, дополнительные ветрозащитные экраны и специализированную систему орошения. Толщина слоя почвы для растений должна составлять 30-40 см, а для газона – 15 см. К сожалению, используемые кровли требуют дополнительных материальных затрат. Новые технологии создания "зеленых крыш" предполагают целый комплекс строительных работ. Это включает в себя гидроизоляционные решения и установку дренажного слоя с необходимой фильтрацией.

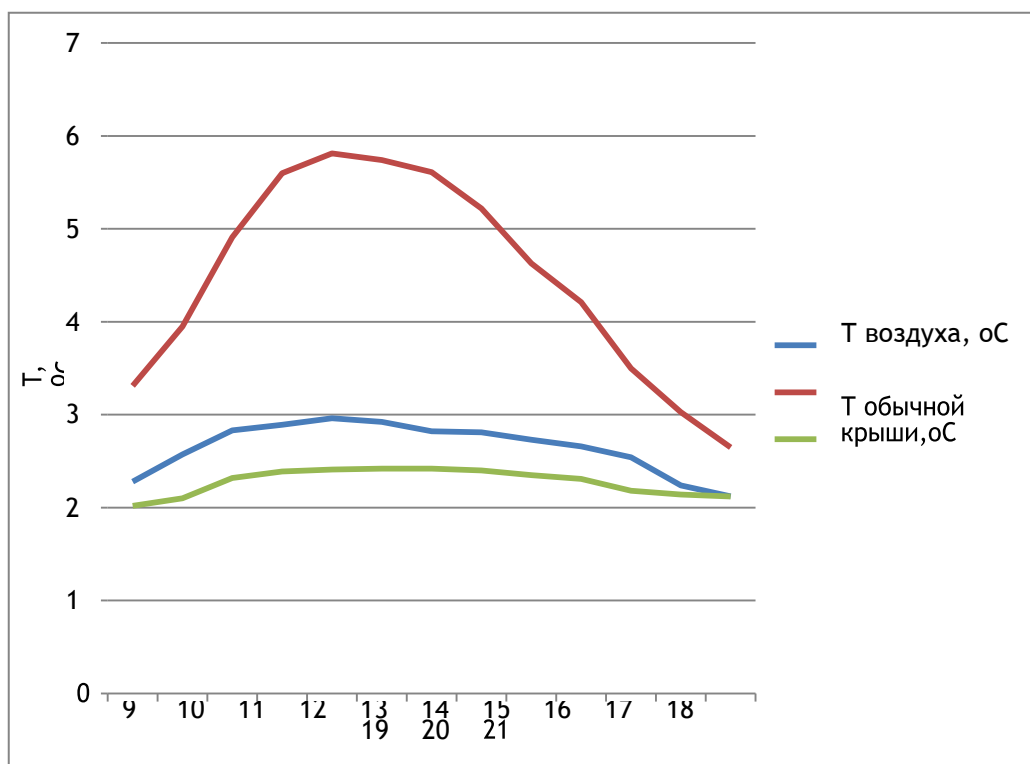


Рисунок 1 - Динамика температур воздуха, зеленой и гравийной крыш в комплексе

Проведен теплотехнический расчет с применением конструкции зеленой кровли, состав которой приведен в таблице 2.

Получены следующие результаты:

- сопротивление теплопередаче кровельной конструкции:

$$R^* = 5,64 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C) / Вт);}$$

- годовой расход тепловой энергии:

$$Q_{h2y} = 603867,2 \text{ кВт} \cdot \text{ час/год}.$$

Таблица 2 - Теплотехнические характеристики отдельных слоев зеленой кровли [2,3]

№ п/п	Материал	Толщина слоя δ , м	Плотность материала ρ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ_B , Вт/(м·°C)
1	Гипсовая штукатурка	0,005	1000	0,35
2	Железобетонная плита покрытия	0,2	2500	2,04
3	Керамзитобетон	0,1	1000	0,41
4	Выращивающая цементно-песчаная стяжка	0,02	1800	0,93
5	Гидроизоляция	0,008	3,5	0

6	Противокорневая пленка ВСФ 40 (ЦинКоРУС) в 2 слоя	0,0008	1400	0,23
7	Утеплитель пенополистирол	0,2	12	0,044
8	Разделительно-скользящая мембрана ТГВ 21 (ЦинКоРУС)	0,0005		0,023
9	Флорадрейн ФД 40 (ЦинКо РУС)	0	916	0,26
10	Системный фильтр ТГ (ЦинКо РУС)	0,0009		0,023
11	Субстрат Цирхум (ЦинКо РУС)	0,3	1800	1,16

Несмотря на все положительные и отрицательные моменты зеленой кровли, ее обслуживание полностью оправдано, а установка такого кровельного покрытия окупается в течение 7-10 месяцев за счет снижения теплопотерь. При монтаже кровли с использованием технологии заливки гидроизоляции (которая предполагает заливку битумного раствора по всей поверхности утеплителя, устраняя любые протечки) уход за кровлей становится еще менее трудоемким по сравнению со стандартной кровлей.

Список источников

1. Титова Н. Озеленение крыш/Н. Титова, И Гордий// Архитектура и строительство.- России Москва, 2005. № 6.
2. ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.
3. СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений
4. Климова, А. С. Проблемы озеленения территории в городах и пути их решения / А. С. Климова, О. В. Михеева // Основы рационального природопользования : Материалы VI Национальной конференции с международным участием, Саратов, 22–23 октября 2020 года. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2020. – С. 29-31. – EDN XQURPH.
5. Ефремов, С. А. Современные тенденции использования плоских крыш в России / С. А. Ефремов, А. Д. Фоктов, О. В. Михеева // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения : Материалы IX Национальной конференции с международным участием, Саратов, 11–12 апреля 2019 года / Под ред. Ф.К. Абдразаков. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2019. – С. 282-284. – EDN MJWXZG.

© Михеева О.В, Орлова С.С., Миркина Е.Н., 2025

МОНТАЖ КОНСТРУКЦИЙ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ – В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД ГОДА

Анастасия Алексеевна Панова, студент кафедры ТСП¹,

Елена Владимировна Кузнецова, к. т. н., доцент²

^{1,2} Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург, Россия

¹pnastya16@yandex.ru

²com4lena@mail.ru

Аннотация: в статье рассмотрены особенности возведения зданий и сооружений в экстремальных условиях – летний период. Требования по охране труда при работе при повышенных температурах. Производство работ в летнее время.

Ключевые слова: возведение зданий, монтаж конструкций в летнее время.

Для цитирования: Панова А.А., Кузнецова Е.В. Монтаж конструкций в экстремальных условиях – в летний период года // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.279

Original article

INSTALLATION OF STRUCTURES IN EXTREME CONDITIONS – IN SUMMER

Anastasia Alekseyevna Panova, student of the Department of TSP¹,

Elena Vladimirovna Kuznetsova, PhD, Associate Professor²

^{1,2,3} Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orenburg
State University", Orenburg, Russia

¹pnastya16@yandex.ru

²com4lena@mail.ru

Abstract: The article discusses the features of building and constructing buildings and structures in extreme conditions – summer period. Requirements for occupational safety and health when working in high temperatures. Production of works in summer.

Keywords: building, construction of structures in summer.

For citation: Panova A.A., Kuznetsova E.V. Installation of Structures in Extreme Conditions – During the Summer Season // Fundamentals of Sustainable Natural Resource Management: Proceedings of the 11th National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.279

Строительство зданий и сооружений проводится круглый год. Однако производство работ в летнее время года требует особых требований. Эти же требования актуальны и для регионов России с круглогодичной экстремальной положительной температурой.

Температура воздуха является важным аспектом в строительстве объектов, как при бетонировании (монолитных конструкций, стыков, швов), так и для людей (монтажников, строителей).

В летний период при экстремально высоких температурах, монтаж строительных конструкций приобретает особую специфику. При температурах выше 25 °С строительные материалы и конструкции ведут себя иначе, чем в обычных условиях, что требует особого подхода специалистов к организации работ.

При работе с бетонными конструкциями возникает множество сложностей из-за интенсивного испарения влаги и ускоренным твердением смесей. В таких условиях необходимо использовать повышенной марки высококачественный быстротвердеющий портландцемент. Свежеуложенный бетон требует постоянной защиты от прямых солнечных лучей и регулярного увлажнения. Работы рекомендуется проводить в утренние или вечерние часы, когда температура ниже (близка к средней максимальной температуре наиболее жаркого месяца с отклонением не более ± 5 °С). Важно тщательно контролировать температуру бетонной смеси на всех этапах укладки [1].

Монтаж металлоконструкций в жару осложняется температурной деформацией и линейным расширением элементов. При проектировании необходимо учитывать эти факторы, предусматривая компенсационные швы и специальную последовательность сварки. Металлические элементы должны быть предварительно собраны на монтажном блоке с использованием жаропрочного материала [2].

При выполнении кирпичной кладки в жаркую погоду особое внимание уделяется подготовке материала. Кирпич требует предварительного увлажнения, а кладочный раствор требует строгий контроль влажности. Участок застройки должен регулярно увлажняться и быть защищен от прямых солнечных лучей. Чтобы предотвратить деформацию, важно ограничить высоту возводимых стен [3].

Организация работ в экстремальных температурных условиях требует особого подхода к планированию. Работу следует планировать на более прохладное время суток, делая перерывы в самые жаркие часы. На строительной площадке необходимо установить солнцезащитные козырьки (навесы) и защитные экраны, чтобы обеспечить надлежащую вентиляцию

рабочей зоны. Материал должен быть защищен от перегрева с помощью светоотражающего покрытия.

Контроль качества работ в жару включает постоянный контроль температурного режима, влажности материала и геометрических параметров конструкции. Необходимо тщательно следить за состоянием всех соединений и фиксировать все отклонения от нормы в специальном журнале.

Безопасность сотрудников является приоритетом при работе в жару. Все сотрудники должны быть обеспечены питьевой водой и защитной одеждой. Необходимо регламентировать перерывы в работе и следить за состоянием здоровья сотрудников. Строгое соблюдение правил техники безопасности поможет избежать производственных травм и перегрева персонала.

Комплексный подход к организации монтажа в летний период года:

1. Контроль температурных деформаций:

- периодически измерять температуру конструкции;
- вести журнал температурных наблюдений;
- корректировать монтажные работы с учетом теплового расширения;
- использовать специальный компенсатор.

2. Контроль качества монтажа:

- усиленный геодезический контроль;
- проверка геометрических параметров после осадки;
- контроль прочности соединения;
- оценка качества сварных швов.

3. Организация рабочего места:

- создание теневых зон отдыха;
- размещение пунктов подачи питьевой воды;
- оборудование для хранения СИЗ.

4. Особенности работы с техникой:

- регулярная проверка состояния гидравлической системы;
- контроль уровня технической жидкости;
- защита механизмов от перегрева;
- дополнительное охлаждение двигателя в случае перегрева.

5. Меры по обеспечению безопасности:

- медицинский контроль за состоянием рабочих;
- регламентированные перерывы;
- проведение противопожарных мероприятий;
- специальная экипировка.

При работе с различными строительными материалами в летний период года необходимо учитывать их специфические характеристики и применять соответствующие технологические приемы.

Железобетонные конструкции требуют особого внимания к температурному режиму. Перед укладкой бетонной смеси важно защитить заполнители от перегрева и инсоляции, заранее увлажнить их. Транспортировать смесь следует в закрытых тарах/контейнерах. Укладку рекомендуется производить в утренние или вечерние часы, когда температура

низкая. После укладки открытую бетонную поверхность необходимо покрыть влагоемкими материалами (мешковина, рогож, брезент) и периодически увлажнять в течение 3-4 часов после завершения работ. Для приготовления смеси необходимо использовать быстро схватывающийся портландцемент с низкой усадкой.

Металлоконструкции подвергаются значительным деформациям при высоких температурах. Сборка обычно выполняется в 2 этапа: сначала отдельные элементы привариваются к монтажным блокам специального стенда, а затем осуществляется окончательная сборка. Особое внимание уделяется процедуре сварочных работ, которая зависит от длины шва и толщины конструкции. Для ограждения конструкции рекомендуется использовать трехслойные алюминиевые панели, которые лучше выдерживают температурные нагрузки.

При строительстве каменных конструкций требуется тщательный контроль влажности кладочного раствора. Перед укладкой кирпич следует предварительно увлажнить. Во время перерыва в работе верхние ряды кладки оставляют незакрытым раствором и поливают водой перед продолжением работ. Возводимая часть конструкции защищена от быстрого испарения влаги с помощью влагопоглощающих материалов или переносных солнцезащитных средств. Важно регулярно проверять влагоудерживающую способность раствора, которая должна составлять не менее 75 % от расчетного значения.

Деревянные конструкции в свою очередь чувствительны к высоким температурам и низкой влажности. Древесину следует предварительно обработать влагозащитными составами. Элементы следует хранить в тени, защищая от прямых солнечных лучей. Во время монтажа важно контролировать содержание влаги в древесине, чтобы избежать растрескивания и деформации.

Кровельный материал требует особого подхода при монтаже в жару. Лучше всего работы проводить в прохладное время суток, так как рулонный материал может перегреться и потерять свои свойства. Металлическую кровлю следует защитить от перегрева с помощью специального покрытия. При работе с битумными материалами важно контролировать температуру, чтобы избежать перегрева и деформации.

Отделочный материал также имеет свои особенности при монтаже в жару. Необходимо учитывать их температурное расширение, обеспечивать достаточный воздухообмен во время высыхания и защищать от прямых солнечных лучей. Работы с материалами, например, как декоративная штукатурка, лучше всего проводить в пасмурную погоду или в вечернее время [3].

Список источников

1. СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения» / Минстрой России. – Москва, 2018. – 154 с.

2. СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*»

3. СП 15.13330.2020 Каменные и армокаменные конструкции СНиП II-2281.

© Панова А.А., Кузнецова Е.В., 2025

Научная статья

УДК 699.865

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕНОПОЛИУРЕТАНА В КАЧЕСТВЕ УТЕПЛИТЕЛЯ В СИСТЕМЕ «ВЕНТИЛИРУЕМОГО» ФАСАДА ЗДАНИЯ

Андрей Владимирович Поваров

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

povarov-av2012@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены традиционные теплоизоляционные материалы, применяемые в системе облицовки фасадов общественных зданий «вентилируемый» фасад, а также показаны свойства перспективного теплоизоляционного материала пенополиуретана. Представлены данные теплотехнических расчетов, показывающие преимущества пенополиуретана по сравнению с минеральной ватой.

Ключевые слова: «вентилируемый» фасад, энергоэффективность, теплоизоляция, минеральная вата, экструдированный пенополистирол, пенополиуретан, сопротивление теплопередаче.

Для цитирования: Поваров А.В. Применение пенополиуретана в качестве утеплителя в системе «вентилируемого» фасада здания // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием - Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.283

Original article

USING POLYURETHANE FOAM AS INSULATION IN A VENTILATED BUILDING FACADE SYSTEM

Andrey Vladimirovich Povarov

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

povarov-av2012@yandex.ru

Annotation. This article examines traditional thermal insulation materials used in ventilated façade cladding systems for public buildings and demonstrates the

properties of polyurethane foam, a promising thermal insulation material. Thermal engineering calculations are presented, demonstrating the advantages of polyurethane foam over mineral wool.

Keywords: "ventilated" facade, energy efficiency, thermal insulation, mineral wool, extruded polystyrene foam, polyurethane foam, heat transfer resistance.

For citation: Povarov A.V. Using polyurethane foam as insulation In a ventilated building facade system // Fundamentals of Rational Nature Management: Proceedings of the XI National Conference with International Participation - Saratov: Vavilov University, 2025, p.283

Одной из самых эффективных и многофункциональных систем облицовки фасадов общественных зданий является «вентилируемый фасад», обеспечивающей не только эстетичный внешний вид, но и значительные эксплуатационные преимущества (рис. 1). Правильный монтаж и регулярное обслуживание такой системы способствуют повышению энергоэффективности здания, защите конструкций от неблагоприятных погодных условий и созданию комфортного микроклимата внутри помещений [1, с. 49].

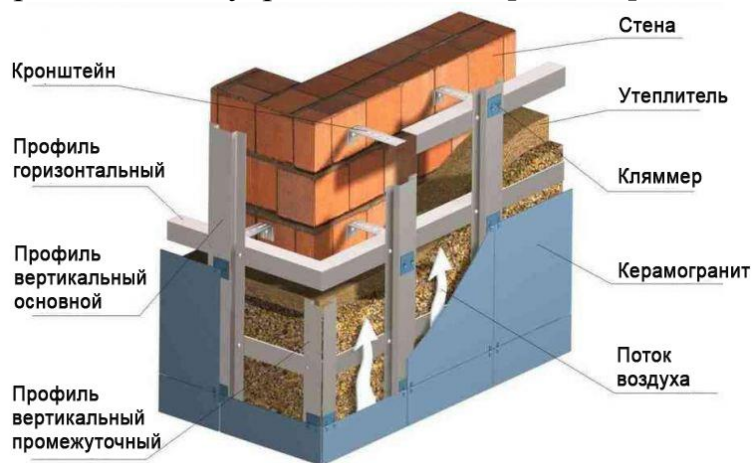


Рисунок 1 – Система облицовки зданий «вентилируемый фасад»

Для создания системы «вентилируемого фасада» зданий в качестве теплоизоляции применяется минеральная вата и экструдированный пенополистирол.

В настоящее время очень перспективным направлением в теплоизоляции является применение пенополиуретана, который является одним из новых теплоизоляционных материалов. Пенополиуретан представляет собой напыляемую теплоизоляцию, которая наносится на поверхность стены в виде пены. После нанесения пенополиуретан быстро застывает, образуя сплошной слой с отличными изоляционными свойствами [2, с. 150].

Преимуществами пенополиуретана в «вентилируемом фасаде» зданий являются [2, с. 150]:

1. высокая теплоизоляционная способность, поскольку он обладает низкой теплопроводностью, что обеспечивает эффективное сохранение тепла внутри здания;

2. отличная адгезия за счет того, что пена надежно закрепляется на любых строительных материалах, заполняя все щели и стыки, что исключает образование мостиков холода;

3. отсутствие стыков, поскольку сплошной слой теплоизоляции без швов повышает общую эффективность системы и предотвращает теплопотери;

4. малый вес, позволяющий снизить дополнительную нагрузку на несущие конструкции здания;

5. влагостойкость и защита от агрессивных веществ;

6. умеренная стоимость по сравнению с минеральной ватой или экструдированным пенополистиролом.

Недостатки пенополиуретана заключаются в сложности монтажа, необходимости в специальном оборудовании и квалифицированных специалистах, горючести, хотя он и обладает высокой огнестойкостью [2, с. 151].

Проведем сравнение теплотехнических характеристик минеральной ваты и пенополистерола путем выполнения теплотехнического расчета.

Система «Вентилируемый фасад» с утеплителем минеральная вата.

Таблица 1 - Расчет по утеплителю минеральная вата

№	Толщина слоя, мм	Материал	λ , Вт/(м°С)	R , $\frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$	T_{max} , °С	T_{min} , °С
		Сопротивление тепловосприятию		0,11	20,0	18,5
1	510	Кладка полнотелого силикатного кирпича 1800 кг/м³ на ЦПП	0,9	0,57	18,5	10,9
2	100	Минеральная (каменная) вата 120-170 кг/м³. Сопротивление теплоотдаче	0,039	2,56 0,09	10,9 -24,0	-23,4 -24,0
3	100	Вентилируемая воздушная прослойка		0,0	-23,5	-24,0
4	0,1	Пароизоляционная мембрана		0,0	-24,0	-24,0
5	10	Гранит, гнейс и базальт	3,49	0,0	-24,0	-24,0

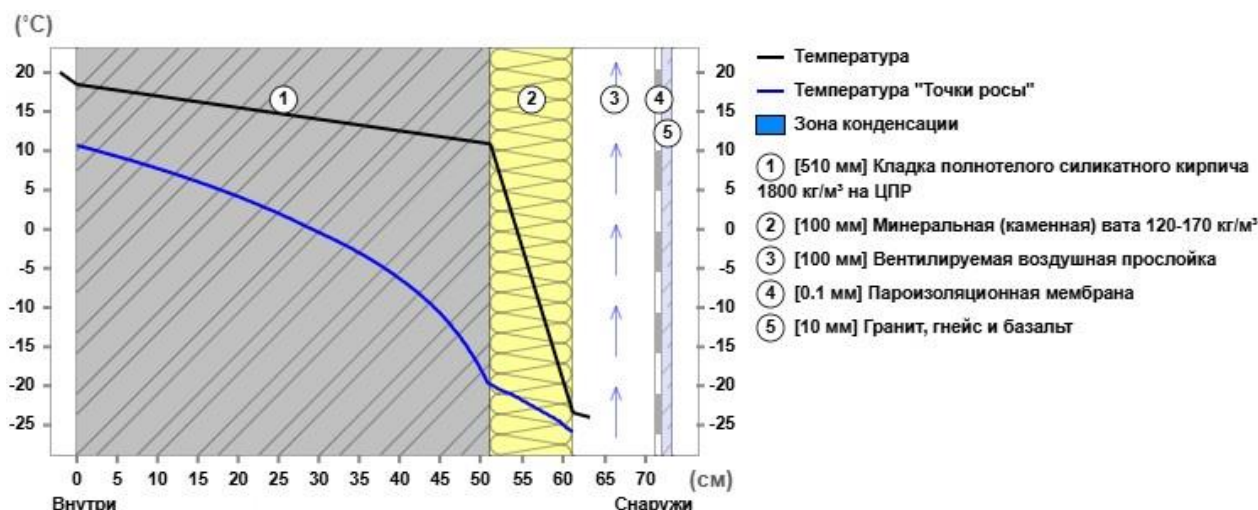


Рисунок 2 – График изменения «Точки росы» при применении в качестве утеплителя минеральной ваты

Требуемое сопротивление теплопередаче, $\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$:

$$R_0^{\text{CT}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} = \frac{1}{23} + \frac{0,51}{0,9} + \frac{0,1}{0,039} + \frac{1}{8,7} = 3,29$$

где:

$\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности стены, табл. П.4 СП 50.13330.2024;

$\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стены, табл. П.6 СП 50.13330.2024;

δ_i, λ_i – толщина слоя, м и коэффициент теплопроводности, Вт/(м⁰С) материала слоя стены.

Условие выполняется $R_0^{\text{CT}} = 3,29 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}} > R_0^{\text{норм}} = 2,935 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$.

Для повышения качества системы теплоизоляции необходимо рассмотреть возможность применения в качестве утеплителя пенополиуретан (ППУ).

Система «Вентилируемый фасад» с утеплителем пенополиуретан.

Таблица 2 - Расчет по утеплителю пенополиуретану

№	Толщина слоя, мм	Материал	$\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^0\text{C}}$	$R, \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$	$T_{\text{max}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{min}}, ^\circ\text{C}$
		Сопротивление тепловосприятию		0,11	20,0	18,8
1	510	Кладка полнотелого силикатного кирпича 1800 кг/м ³ на ЦПР	0,9	0,57	18,5	12,6
2	100	Пенополиуретан 70 кг/м ³ . Сопротивление теплоотдаче	0,03	3,33 0,09	-24,0 -24,0	-23,5 -24,0
3	100	Вентилируемая воздушная прослойка		0,0	-23,5	-24,0

4	0,1	Пароизоляционная мембрана		0,0	-24,0	-24,0
5	10	Гранит, гнейс и базальт	3,49	0,0	-24,0	-24,0

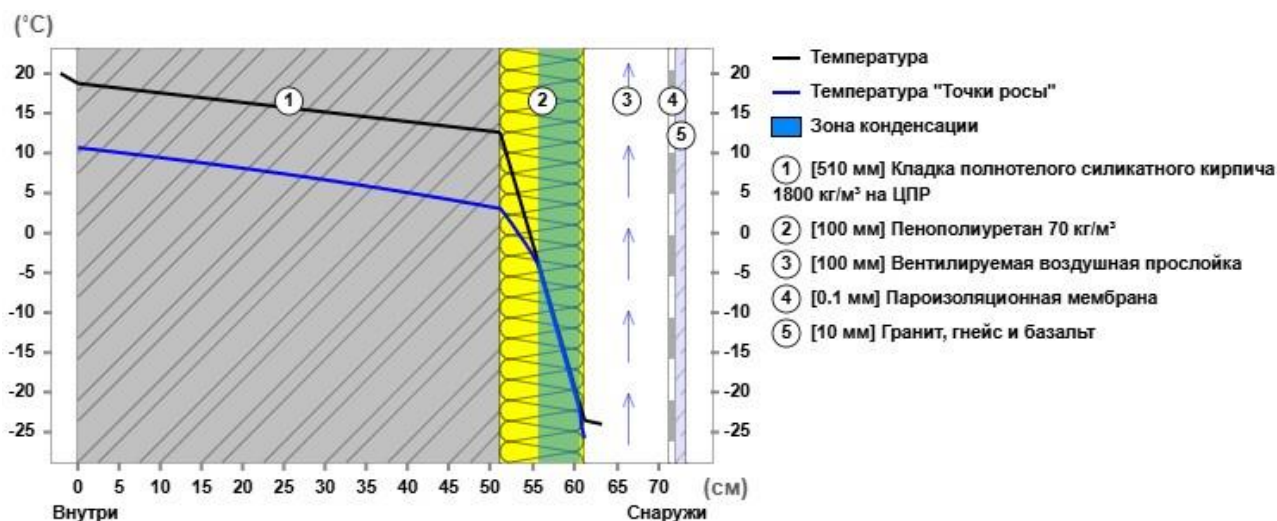


Рисунок 3 – График изменения «Точки росы» при применении в качестве утеплителя пенополиуретана

Требуемое сопротивление теплопередаче, $\frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$:

$$R_0^{\text{ст}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} = \frac{1}{23} + \frac{0,51}{0,9} + \frac{0,1}{0,03} + \frac{1}{8,7} = 4,06 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}};$$

где:

$\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности стены, табл. П.4 СП 50.13330.2024;

$\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности стены, табл. П.6 СП 50.13330.2024;

δ_i, λ_i – толщина слоя (м) и коэффициент теплопроводности, Вт/(м°C) материала слоя стены.

Условие выполняется $R_0^{\text{ст}} = 4,06 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}} > R_0^{\text{норм}} = 2,935 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$.

Результаты проведенных исследований наглядно показывают, что пенополиуретан имеет лучшие теплотехнические характеристики по сравнению с минеральной ватой и может быть применен в качестве утеплителя в системе «вентилируемый» фасад, применяемой для облицовки зданий.

Список источников

1. Поваров, А. В. Совершенствование системы теплоизоляции стен многоквартирных домов вторичного жилищного фонда г. Саратова / А. В. Поваров, Ю. Е. Трушин // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2023. – № 4. – С. 46-54. – DOI 10.34031/2071-7318-2023-8-4-46-54. – EDN IMWMVQ.

2. Керимов Э.Т. Пенополиуретан – как утеплитель в системе кровельного пирога / Э.Т. Керимов, А.В. Поваров // Основы рационального природопользования: Материалы X Национальной конференции с

Научная статья
УДК 631.674.6:658.26

ЭКОНОМИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ ОБЛИЦОВОК И МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ

Андрей Алексеевич Рукавишников, к.т.н., доцент²
Фярид Кинжаевич Абдразаков, заслуженный деятель науки РФ, д.т.н., профессор¹

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

¹andreirukavishn@gmail.com

²abdrazakov.fk@mail.ru

Аннотация. В статье представлена комплексная оценка экономической и энергетической эффективности внедрения инновационных композитных облицовок (на примере бетонного полотна) и модернизированной мелиоративной техники для эксплуатации оросительных каналов. На основе анализа состояния оросительной сети Саратовской области и данных о потерях воды разработаны сравнительные экономические модели для каналов земляного типа, с бетонной облицовкой и с применением композитных материалов. Определён прямой экономический ущерб от непроизводительных потерь водных ресурсов, достигающий 1,137 млрд руб./год на 1 км магистрального канала. Доказана целесообразность капитальных вложений в современные материалы и технологии, срок окупаемости которых не превышает 3–5 лет за счёт сокращения эксплуатационных затрат на 25–30% и снижения фильтрационных потерь до 5%. Предложены практические рекомендации по оценке рисков и приоритизации мероприятий для условий засушливых регионов.

Ключевые слова: оросительные каналы, экономическая эффективность, композитные материалы, бетонное полотно, эксплуатационные затраты, непроизводительные потери, энергетическая оценка.

Для цитирования: Рукавишников, А.А., Абдразаков Ф.К. Экономико-энергетическая эффективность внедрения композитных облицовок и модернизированной техники для эксплуатации оросительных каналов // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.288

THE ECONOMIC AND ENERGY EFFICIENCY OF THE INTRODUCTION OF COMPOSITE LININGS AND MODERNIZED EQUIPMENT FOR THE OPERATION OF IRRIGATION CANALS

Andrey Alekseevich Rukavishnikov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor¹

Fyarid Kinzhayevich Abdrazakov, Honored Scientist of the Russian Federation, Doctor of Technical Sciences, Professor²

Annotation. The article provides a comprehensive assessment of the economic and energy efficiency of implementing innovative composite linings (using concrete canvas as an example) and upgraded reclamation equipment for the operation of irrigation canals. Based on the analysis of the condition of the irrigation network in the Saratov region and data on water losses, comparative economic models have been developed for earthen canals, concrete-lined canals, and those using composite materials. The direct economic damage from non-productive losses of water resources is determined, reaching 1.137 billion rubles/year per 1 km of a main canal. The feasibility of capital investments in modern materials and technologies is proven, with a payback period not exceeding 3-5 years due to a 25-30% reduction in operating costs and a decrease in filtration losses to 5%. Practical recommendations for risk assessment and prioritization of measures for arid regions are proposed.

Keywords: irrigation canals, economic efficiency, composite materials, concrete canvas, operational costs, non-productive losses, energy assessment.

For citation: Rukavishnikov A.A., Abdrazakov F.K. The economic and energy efficiency of the introduction of composite linings and modernized equipment for the operation of irrigation canals // Fundamentals of Rational Nature Management: Proceedings of the 11th National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p. 288

Введение. Деградация мелиоративной инфраструктуры, особенно в засушливых регионах России, таких как Саратовская область, наносит значительный ущерб агропромышленному комплексу. Ключевой проблемой являются высокие непроизводительные потери воды при транспортировке по оросительным каналам, достигающие, по нашим данным, 18–22% в земляных каналах и 10–12% – в каналах с изношенной бетонной облицовкой [4, 5]. Это приводит не только к прямому экономическому ущербу, но и к экологическим последствиям – подтоплению, засолению и деградации земель.

Стратегические задачи по наращиванию агропромышленного производства вступают в противоречие с реальным состоянием оросительных систем, протяжённость которых в Заволжье за последние годы сократилась на 20,3% [6]. В этих условиях переход на современные ресурсосберегающие

технологии становится не просто целесообразным, а критически необходимым. Перспективным направлением является применение композитных облицовочных материалов, таких как бетонное полотно, сочетающих прочность, гибкость и высокую скорость монтажа, а также использование модернизированной техники для их безопасной эксплуатации [3,8]. Однако, широкое внедрение данных решений сдерживается недостаточной изученностью их экономической и энергетической эффективности в конкретных региональных условиях.

Цель исследования – провести комплексную оценку экономико-энергетической эффективности внедрения композитных облицовок и модернизированной техники для эксплуатации оросительных каналов в условиях Саратовской области.

Задачи исследования:

1. Разработать сравнительные экономические модели эксплуатации каналов с различными типами облицовок.
2. Определить прямой экономический ущерб от непроизводительных потерь воды.
3. Оценить эксплуатационные затраты при использовании модернизированной мелиоративной техники.
4. Обосновать срок окупаемости капитальных вложений в современные материалы и технологии.

Материалы и методы. В основу исследования положены данные мониторинга состояния оросительной сети Саратовской области за 2019–2024 гг., предоставленные «Управлением «Саратовмелиоводхоз», а также результаты собственных лабораторных и полевых испытаний композитных материалов. Для расчёта экономического ущерба использовалась формула (1) [7]:

$$З_{\text{потерь}} = Q \cdot a \cdot T \cdot C \quad (1)$$

где Q – средний расход воды в канале, $\text{м}^3/\text{с}$; a - коэффициент потерь (доля: 0,05–0,35); T - период подачи воды, с (1 год = 31 536 000 с); C – стоимость $1\text{м}^3/\text{с}$; C – стоимость 1м^3 воды, руб.

Энергетическая оценка проводилась на основе сравнения удельных энергозатрат на транспортировку 1 м^3 воды на 1 км для различных сценариев. Срок окупаемости (CO) капитальных вложений (K) рассчитывался по формуле:

$$CO = \frac{K}{\Delta Z_{\text{экспл.}} + Э_{\text{ущерб}}} \quad (2)$$

где $\Delta Z_{\text{экспл.}}$ – годовая экономия на эксплуатационных расходах, руб.; $Э_{\text{ущерб}}$ – предотвращённый годовой экономический ущерб от потерь воды, руб.

Результаты и их обсуждения. *Экономический ущерб от непроизводительных потерь.* На основе анализа данных [9, стр 33-36] и применения формулы (1) был проведён расчёт для магистрального канала с расходом $Q=2\text{ м}^3/\text{с}$ и стоимостью воды $C=6\text{ руб.}/\text{м}^3$. Результаты представлены в Таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ экономического ущерба от потерь воды (на 1 км канала при $Q = 2 \text{ м}^3/\text{с}$)

Тип канала	Потери, % (а)	Объем потерь, $\text{м}^3/\text{год}$	Экономический ущерб, руб. год
Земляной	30	18921600	1,137 млрд
С бетонной облицовкой	12	7568640	454
С композитной облицовкой	5	3153600	189

Данные показывают, что переход с земляного канала на канал с композитной облицовкой позволяет предотвратить ущерб в размере **948 млн руб./год** на 1 км, что является мощным экономическим аргументом в пользу модернизации.

Эксплуатационные затраты и энергоэффективность. Внедрение бетонного полотна и модернизированной техники для очистки (ковш с демпферной подушкой, гидромеханическая очистка) позволяет [2]:

- Снизить трудозатраты на очистку на 35–40% за счёт применения малой механизированной техники.
- Сократить энергопотребление на 20–25% по сравнению с использованием тяжёлых тракторов.
- Увеличить межремонтный период облицовки, снизив затраты на текущее содержание на 15–20%.

Окупаемость капитальных вложений. Стоимость облицовки 1 км канала бетонным полотном оценивается в 2.5–3.5 млн руб. (в зависимости от сечения). Годовая экономия $\Delta Z_{\text{экспл.}}$ Составляет 0.5–0.7 млн руб./км, а предотвращённый ущерб $\Delta Z_{\text{ущерб}}$ – 0.95 млрд руб./км (при замене земляного канала). Таким образом, срок окупаемости при замене земляного канала составляет менее 1 года, а при реконструкции бетонного – 3–5 лет, что является высоким показателем для мелиоративных проектов [1].

Выводы

1. Установлен значительный экономический ущерб от непроизводительных потерь воды в оросительных каналах Саратовской области, достигающий 1,137 млрд руб. в год на 1 км магистрального канала земляного типа.
2. Доказана высокая экономическая и энергетическая эффективность внедрения композитных облицовок (бетонное полотно) и модернизированной техники, обеспечивающая снижение эксплуатационных затрат на 25–30% и фильтрационных потерь – до 5%.
3. Обоснованы короткие сроки окупаемости капитальных вложений (3–5 лет) в современные материалы и технологии, что делает их привлекательными для государственных и частных инвесторов в условиях ограниченного бюджета.
4. Для успешного внедрения рекомендуется запуск пилотных проектов в наиболее проблемных районах (Заволжье, юго-восток области) с

последующим масштабированием, а также разработка программ субсидирования и механизмов государственно-частного партнёрства.

Заключение. Проведенное исследование позволило дать комплексную оценку экономической и энергетической эффективности внедрения композитных облицовок и модернизированной техники для эксплуатации оросительных каналов в условиях Саратовской области. Полученные результаты убедительно доказывают значительный экономический потенциал модернизации оросительных систем. Расчеты показывают, что переход с земляных каналов на каналы с композитной облицовкой позволяет предотвратить экономический ущерб от потерь воды в размере до 948 млн рублей в год на 1 км магистрального канала.

Применение бетонного полотна в сочетании с модернизированной техникой обеспечивает существенное повышение эффективности ресурсосбережения. Достигается снижение фильтрационных потерь до 5%, сокращение эксплуатационных затрат на 25-30% и уменьшение энергопотребления на 20-25%. Короткие сроки окупаемости капитальных вложений (3-5 лет) делают проекты модернизации оросительных систем экономически целесообразными как для государственных, так и для частных инвесторов.

Реализация предложенных мероприятий будет способствовать не только экономии водных и энергетических ресурсов, но и повышению устойчивости агропромышленного комплекса региона в условиях нарастающей деградации мелиоративной инфраструктуры и изменения климата. Перспективы дальнейших исследований видятся в разработке детальных методик оценки региональных рисков внедрения и оптимизации параметров облицовок для различных типов каналов и почвенно-климатических условий.

Список источников

1. Абдразаков Ф.К., Техничко-экономическое обоснование применения геомембран и геотекстиля для облицовки каналов // Ф.К. Абдразаков, Э.Э. Сафин, А.А. Рукавишников Природообустройство. 2025. No 4. С. 51-59. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-4-51-59>
2. Абдразаков, Ф. К. Покрытие оросительных каналов инновационным бетонным полотном и адаптивные способы их эксплуатации / Ф. К. Абдразаков, А. А. Рукавишников, Э. Э. Сафин // Мелиорация и водное хозяйство. – 2023. – № 2. – С. 32-36.
3. Абдразаков, Ф. К. Технологии эксплуатации и ремонта современных оросительных каналов / Ф. К. Абдразаков, А. А. Рукавишников. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, 2024. – 152 с.
4. Беляев, А. Н. Анализ технического состояния бетонных облицовок оросительных каналов Саратовской области / А. Н. Беляев // Мелиорация и водное хозяйство. – 2021. – № 2. – С. 17–23.

5. Веденеев, А. А. Фильтрационные потери воды в оросительных системах Поволжья / А. А. Веденеев, С. В. Федоров, А. Г. Мищенко // Известия вузов. Строительство. – 2020. – № 10. – С. 88–96.

6. Данные «Управления “Саратовмелиоводхоз”» : отчетные данные за 2020–2024 гг. / «Управление “Саратовмелиоводхоз”». – Саратов, 2024. – 35 с. – Текст : электронный.

7. Методические рекомендации по эксплуатации и реконструкции оросительных систем / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – Москва : Минсельхоз России, 2020. – 112 с.

8. Рукавишников, А. А. Актуальные вопросы эксплуатации и очистки оросительных каналов, облицованных бетонным полотном / А. А. Рукавишников // Актуальные научные исследования в области мелиорации. – Новочеркасск, 2022. – С. 135–141.

9. Рукавишников, А. А. Инновационные технологии противофильтрационной облицовки при строительстве и реконструкции оросительных каналов : специальность 06.01.02 "Мелиорация, рекультивация и охрана земель" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Рукавишников Андрей Алексеевич, 2021. – 164 с.

© Рукавишников А.А., Абдразаков Ф.К. , 2025

Обзорная статья
УДК 699.81

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ МОДУЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Дарья Александровна Русанова, студент¹,
Светлана Сергеевна Орлова, к.т.н., доцент²

^{1,2}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия
rusanovad@yandex.ru
orlovass77@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются основные причины пожаров модульных конструкций, рекомендуемые материалы, применяемые в возведении объектов и меры, обеспечивающие их огнестойкость. Приведен комплекс мер по обеспечению пожарной безопасности модульных конструкций. Ключевым условием пожарной безопасности модульных конструкций является строгое соблюдение всех нормативных требований на этапе проектирования и строительства.

Ключевые слова: пожарная безопасность, модули, модульные конструкции, огнестойкость, огнезащита

Для цитирования: Русанова Д.А., Орлова С.С. Пожарная безопасность модульных конструкций // Основы рационального природопользования:

Review article

FIRE SAFETY OF MODULAR STRUCTURES

Daria Aleksandrovna Rusanova, student ¹,

Svetlana Sergeevna Orlova, Ph.D., Associate Professor ²

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

rusanovad@yandex.ru

orlovass77@mail.ru

Annotation. The article discusses the main causes of fires in modular structures, recommended materials used in the construction of facilities and measures to ensure their fire resistance. A set of measures to ensure fire safety of modular structures is given. The key condition for fire safety of modular structures is strict compliance with all regulatory requirements at the design and construction stage.

Keywords: fire safety, modules, modular structures, fire resistance, fire protection

For citation: Rusanova D.A., Orlova S.S. Fire safety of modular structures // Fundamentals of rational nature management: materials of the XI National Conference with international participation - Saratov: FGBOU VO Vavilov University, 2025, p.293

Модульное строительство завоевывает популярность благодаря своей скорости, экономичности и гибкости. Однако вместе с ростом его применения закономерно возникают вопросы о пожарной безопасности таких объектов. Потенциальными источниками возгораний обычно оказываются: электрические отопительные приборы; использование открытого огня во время бытовых или ремонтных работ; находящаяся в неисправном состоянии электропроводка.

Главная особенность модуля – его замкнутое пространство, собранное на заводе и состоящее из стен, пола, потолка и инженерных коммуникаций. Эта особенность диктует два основных подхода к обеспечению безопасности:

1. Пожарная безопасность внутри каждого модуля.
2. Пожарная безопасность на уровне здания в целом (блока модулей).

При проектировании и строительстве модульных конструкций необходимо учитывать ряд критически важных требований. Особое внимание уделяется огнестойкости узлов крепления, которая должна соответствовать минимальным требованиям для стыкуемых элементов. Важным аспектом является наличие противопожарных перегородок, разделяющих пространство над подвесными потолками. Конструктивное исполнение элементов не должно способствовать скрытому распространению горения по зданию. Узлы

пересечения ограждающих конструкций кабелями, трубопроводами и другим технологическим оборудованием должны обладать необходимым пределом огнестойкости.

Уровень огнестойкости модульных конструкций определяется двумя основными факторами: характеристиками исходных материалов и эффективностью применённых средств огнезащиты.

Материалы изготовления модульных зданий весьма разнообразны. В производстве используются различные марки стали и алюминия, деревянные каркасные системы, а также современные сэндвич-панели с разными типами утеплителей [1]. Для повышения огнестойкости применяются различные технологические решения, включая внедрение минеральных добавок и нанесение специализированных защитных покрытий [2].

Система сопротивляемости огню построек предусматривает пять ступеней. Общая огнестойкость рассчитывается по пределу значений, показываемых основными конструктивными элементами здания в соответствии с их функциональной нагрузкой.

Наиболее уязвимыми в модульных зданиях считаются металлические конструкции. Металлические конструкции обладают специфическими особенностями, существенно влияющими на их поведение при пожаре. Главная проблема заключается в высокой теплопроводности металла, из-за которой не формируется температурный градиент внутри материала. Это приводит к быстрому нагреву до критических температур, последующему разрушению прочностных характеристик и нарушению внутренней структуры, что делает невозможным дальнейшее выполнение конструктивной функции. В связи с этим необходимо надёжно изолировать несущие конструкционные элементы здания от «зоны риска», с использованием например эндотермического материала, который будет защищать несущие элементы здания до 4 часов в зависимости от количества слоев огнезащитного материала при сгорании с температурой до 1200°C [3, с. 145]. Современные огнезащитные технологии, в частности, специальные огнестойкие покрытия, способны обеспечить защиту металлических элементов на уровне R90, что соответствует второй степени огнестойкости. Однако достичь высшей, первой степени огнестойкости для модульных конструкций технологически невозможно.

Базовые показатели огнестойкости неокрашенных модульных конструкций обычно соответствуют третьей или четвёртой степени. Применение специализированных огнезащитных средств позволяет повысить этот показатель максимум на одну ступень, что является предельным достижимым результатом для данного типа построек.

Производители и проектировщики современных модульных зданий применяют целый ряд решений, чтобы нивелировать эти риски и обеспечить полное соответствие строгим нормам. Этап проектирования является основополагающим для обеспечения пожарной безопасности. На данном этапе определяются архитектурно-планировочные решения, выбираются

строительные материалы, проектируются инженерные системы, в том числе системы противопожарной защиты [4, с. 243]:

1. Конструктивная огнезащита:

- Огнестойкие материалы. Для внутренней отделки (стен, потолков) используются негорючие или слабогорючие материалы: гипсокартон, минераловатные плиты, специальные штукатурки. Группа горючести материала не может быть основанием для его применения, т.к. пожаробезопасность конструкции достигается не только за счет слабогорючих свойств материалов, но и за счет конструктивных решений, применения соответствующих строительных материалов, а так же использования средств огнезащиты, таких как горизонтальные отсечки, специальное обрамление окон стальными коробами и т.д. [5, с. 143]

- Огнезащитная обработка. Металлический каркас и другие конструкции обрабатываются специальными составами (огнезащитными красками, лаками), которые увеличивают их предел огнестойкости, предотвращая быстрый нагрев и потерю прочности;

- Огнестойкие утеплители. Вместо пенопласта применяются негорючие утеплители на основе каменной ваты, которые не только сохраняют тепло, но и являются эффективным барьером для огня.

2. Противопожарные преграды и обработка стыков:

- Огнестойкие уплотнения. Все технологические зазоры и стыки между модулями тщательно герметизируются специальными противопожарными уплотнителями, монтажной пеной и герметиками, которые при высокой температуре расширяются, перекрывая путь огню и дыму;

- Противопожарные двери. В проемах, ведущих в коридоры, лестничные клетки и другие эвакуационные пути, устанавливаются противопожарные двери.

3. Системы активной пожарной защиты:

- Автоматическая пожарная сигнализация. Здания оборудуются датчиками дыма и тепла, которые обнаруживают возгорание на самой ранней стадии;

- Система оповещения и управления эвакуацией. Световые табло «Выход» и сирены помогают быстро и организованно покинуть здание;

- Автоматическое пожаротушение. Для зданий с повышенным риском или большой площадью часто проектируют системы водяного или газового аварийного пожаротушения;

- Первичные средства пожаротушения. Все помещения обеспечиваются огнетушителями в соответствии с нормами.

4. Электробезопасность:

- Электромонтаж проводится с использованием кабелей с негорючей изоляцией;

- Щитовые оборудуются устройствами защитного отключения и автоматическими выключателями, предотвращающими короткое замыкание и перегрев проводки.

Также не малое место занимает противодымная вентиляция в модульных зданиях, которая должна соответствовать общим требованиям пожарной безопасности, включая установку вытяжных и приточных систем дымоудаления. Приточные установки создают избыточное давление, выбрасывающее токсины за пределы помещения через сеть воздуховодов. Удалению дыма способствуют вытяжные вентиляторы [6, с. 136]. Модульные конструкции требуют особого внимания к герметичности стыков и правильному выбору огнестойкости материалов для воздуховодов, а также интеграции системы в общий комплекс пожарной безопасности.

Взрывоустойчивость в модульных зданиях достигается за счет использования специальных материалов, усиленной конструкции и соблюдения проектных требований, а не за счет взрывозащиты самого оборудования. При проектировании модульных зданий для взрывоопасных зон, таких как объекты химической или нефтегазовой промышленности, учитывается риск взрывов. Конструкция проектируется с расчетом на определенное избыточное давление от взрывной волны [7, с. 122]. Используются прочные, усиленные материалы, способные выдержать внешнюю нагрузку.

Преимущества пожарной безопасности модульного строительства:

- все этапы, от выбора материалов до монтажа систем, проходят строгий контроль в цеховых условиях, что минимизирует человеческий фактор и брак;
- конструкции и материалы можно тестировать на огнестойкость еще до начала серийного производства;
- применение унифицированных, заранее одобренных решений обеспечивает единый уровень безопасности по всему объекту.

В заключение следует отметить, что современное модульное здание это инженерный объект, пожарная безопасность которого обеспечивается на этапах проектирования, заводского производства и монтажа. При соблюдении всех нормативов и использовании качественных материалов модульные конструкции по уровню пожарной безопасности не уступают, а в некоторых аспектах (благодаря контролю качества) даже превосходят объекты, построенные традиционным методом. Ключевое условие это строгое соблюдение всех нормативных требований на этапе проектирования и строительства, включая использование сертифицированных огнестойких материалов и конструкций, а также применение современных технических решений: автоматических систем пожаротушения, дымоудаления, противопожарной сигнализации и контроля.

Список источников

1. Модульная система конструкций [Электронный ресурс] // БК-Ресурс. – URL: <https://bk-resurs.ru/poleznye-sovety/modulnaya-sistema-konstruktsiy/>.
2. Безопасность модульных зданий [Электронный ресурс] // Шедлер. – URL: <https://shedler.ru/stati/bezopasnost-modulnykh-zdaniy>.
3. Орлова, С. С. Средства пассивной огнезащиты конструкций и коммуникаций зданий / С. С. Орлова, Е. Н. Миркина // Современные проблемы

и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы X Национальной конференции с международным участием, Саратов, 23–24 апреля 2020 года. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2020. – С. 143-146. – EDN LKLLZH.

4. Корелко, Р. В. Обеспечение пожарной безопасности на различных этапах жизненного цикла здания / Р. В. Корелко, С. С. Орлова // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы XV Национальной конференции с международным участием, Саратов, 10 апреля 2025 года. – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. – С. 241-245. – EDN ITNCYY.

5. Оценка огнестойкости композитных материалов / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, О. В. Михеева, Е. Н. Миркина // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы XIII Национальной конференции с международным участием, Саратов, 20–21 апреля 2023 года / Под редакцией Б.В. Фисенко. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2023. – С. 142-145. – EDN YTIERP.

6. Орлова, С. С. Особенности противодымной вентиляции и дымоудаления в зданиях / С. С. Орлова, Т. А. Панкова, Е. Н. Миркина // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы XV Национальной конференции с международным участием, Саратов, 10 апреля 2025 года. – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. – С. 135-139. – EDN KGCB DJ.

7. Орлова, С. С. Особенности обеспечения взрывоустойчивости зданий / С. С. Орлова, Т. А. Панкова // Основы рационального природопользования: Материалы VII Национальной конференции с международным участием, Саратов, 18–19 ноября 2021 года. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2021. – С. 121-123. – EDN PUQQSM.

© Русанова Д.А., Орлова С.С., 2025

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В УПРАВЛЕНИИ НЕДВИЖИМЫМ ИМУЩЕСТВОМ

Татьяна Васильевна Федюнина, к.т.н., доцент¹

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

¹t.fediunina2010@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы системного подхода в управлении объектом недвижимости, в частности процесса сервейинга.

Ключевые слова: сервейинг, системный подход, экспертиза, управление объектом недвижимого имущества.

Для цитирования: Федюнина Т.В. Системный подход в управлении недвижимым имуществом // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.299

Original article

SYSTEMIC APPROACH IN REAL ESTATE MANAGEMENT

Tatiana Vasilyevna Fedyunina, PhD, Associate Professor¹

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

¹t.fediunina2010@yandex.ru

Abstract. The article discusses the issues of a systematic approach in the management of real estate, in particular the servicing process.

Keywords: servicing, systematic approach, expertise, management of real estate.

For citation: Fedunina T.V. A systematic approach in the management of real estate // Fundamentals of rational environmental management: materials of the XI National Conference with international participation – Saratov: FGBOU VO Vavilovsky University, 2025, p.299

Объект недвижимого имущества, в частности их совокупность, рассматривают в виде сложной системы, на которую оказывают влияние разнохарактерные факторы в течение жизненного цикла. Соответственно рациональное принятие управленческого решения в отношении нежилой недвижимости коммерческого назначения становится возможным в результате применения системного подхода к анализу недвижимости.

В общем виде системный подход предполагает установление состава и иерархии элементов системы объектов недвижимости, состава основных подсистем; взаимосвязей между ними; состава экспертиз объектов недвижимости; параметров процесса реализации управленческих решений, нацеленных на максимальный эффект от функционирования объектов управления. Системный подход к управлению недвижимостью основан, прежде всего, на согласованном функционировании подсистем, составляющих систему управления недвижимым имуществом. И здесь система управления недвижимостью есть совокупность объектов управления, субъекта управления, подсистемы формирования управляющих воздействий; подсистемы реализации управляющих воздействий; подсистемы сбора информации о состоянии объектов; подсистемы сбора информации о затратах на управление; подсистемы анализа качества управления и подсистем формирования цели и стратегии управления [1].

Концепция системного подхода в западной практике получила название сервейинга. Термин «сервейинг» от английского слова «survey» используют различные области знаний. В естественных науках «сервейинг» - комплексное исследование, изучение, обследование, обзор или рецензия. В общественных науках «сервейинг» используют для обозначения процесса анкетирования, опроса, интервьюирования; оценки, инспектирования, обзора, анализа, оценки рисков (экономическое направление). В технических науках «survey» – экспертиза, межевание, землемерные работы (в геодезии); полевое исследование, съемка (топография), геологическая разведка (геология), осмотр [2].

Непосредственно в области недвижимости сервейинг – целостный комплекс взаимосвязанных элементов развития и управления объектом недвижимости, когда в состав сервейинга включают виды планирования по функционированию недвижимости (генеральное, стратегическое и оперативное), мероприятия реализации комплексной экспертизы объектов, гарантирующих достижение максимального общественного эффекта [3].

Сервейинг реализует функцию технических, экономических, экологических экспертов, принимает участие в продаже и аренде объектов недвижимости. В этом случае эффективность сервейинга определяют достижением целей собственника недвижимости. При этом, когда цели собственника четко не выражены и характеризуются общим характером, сервейинг допускается рассматривать как поиск оптимальных форм соответствия технических возможностей объекта недвижимого имущества с эксплуатацией, с правом привлечения инвесторов и правовым сопровождением договорных обязательств. В отношении неактивно используемой недвижимости функции сервейинга охватывает заключение с собственником недвижимости договора о доверительном или трастовом управлении, и на его основании подготовка здания к коммерческой эксплуатации, которая в свою очередь включает текущий ремонт, подбор пула арендаторов, хеджирование и исполнение договора [3].

Отдельные эксперты сферы недвижимости считают, что институт сервейинга в настоящий момент находится в процессе становления и выражается посредством локальных операций, таких, как экспертиза и оценка недвижимого имущества. Следует также подчеркнуть, что сервейинг – открытая система, которая находится в непрерывном взаимодействии с другими системами, являясь в свою очередь подсистемой более общей или макроэкономической системы.

Эффективное принятие управленческих решений с помощью системы сервейинга предлагается реализовывать через соответствующий инструментарий или комплексную экспертизу.

Экспертизы по содержанию подразделяют на три вида: технические, экономические и экспертизы местоположения. В общем виде любая экспертиза представляет собой определенную оценку объекта недвижимости в конкретный момент его жизненного цикла. В составе системного подхода выделяются несколько экспертиз:

1) Экспертиза технического состояния объекта недвижимости.

Настоящая экспертиза проводится для оценки прочности и технического состояния несущих и ограждающих конструкций, анализа качества архитектурно-планировочного и объемного решения здания. Цель технической экспертизы является оценка фактического физического износа материального объекта.

2) Правовая или юридическая экспертиза.

Настоящая экспертиза определяет соответствие всех вариантов использования объектов недвижимости действующим правовым нормам.

3) Экспертиза местоположения объекта.

Настоящая экспертиза направлена на выделение тех факторов пространственной среды, которые влияют на стоимостной эквивалент объектов недвижимого имущества, также оценку характера и величины такого влияния.

4) Экономическая экспертиза.

Это денежная оценка каждого из факторов влияния на величину полезности и редкости объекта управления. Экономическая экспертиза обосновывает экономическую интерпретацию или толкование ценности, а результатом будет меновая стоимость объекта недвижимости или денежный эквивалент ценности. Таким образом, конечным результатом экспертизы выступает равновесная рыночная цена или самого объекта недвижимого имущества, или предоставляемых услуг, тогда как сервейинговая деятельность обслуживает и рынок товаров (или рынок купли-продажи недвижимости), и рынок услуг (или рынок аренды недвижимости).

5) Управленческая экспертиза.

Экспертиза направлена на обоснование эффективности системы управления объектом недвижимого имущества, разработку наилучшей и наиболее эффективной схемы рекомендуемого управления объектом с учетом анализа его наилучшего и наиболее эффективного использования и данных, полученных по результатам предыдущих экспертиз.

Деятельность специалистов сервейеров охватывает все этапы и формы проявления жизненного цикла недвижимости, обеспечивает взаимосвязанное решение всех практических вопросов (состав комплексной экспертизы). Комплексное исследование выявляет инвестиционный потенциал объекта недвижимого имущества, который влияет на стоимость конкретного объекта. Иными словами, максимальная прибыль от коммерческого объекта недвижимости при минимальных затратах для собственника недвижимости возможна в условиях полной реализации потенциала доходности объекта.

Концептуальную модель системного подхода к управлению объектом недвижимого имущества представим в виде структурной схемы (рисунок 1).

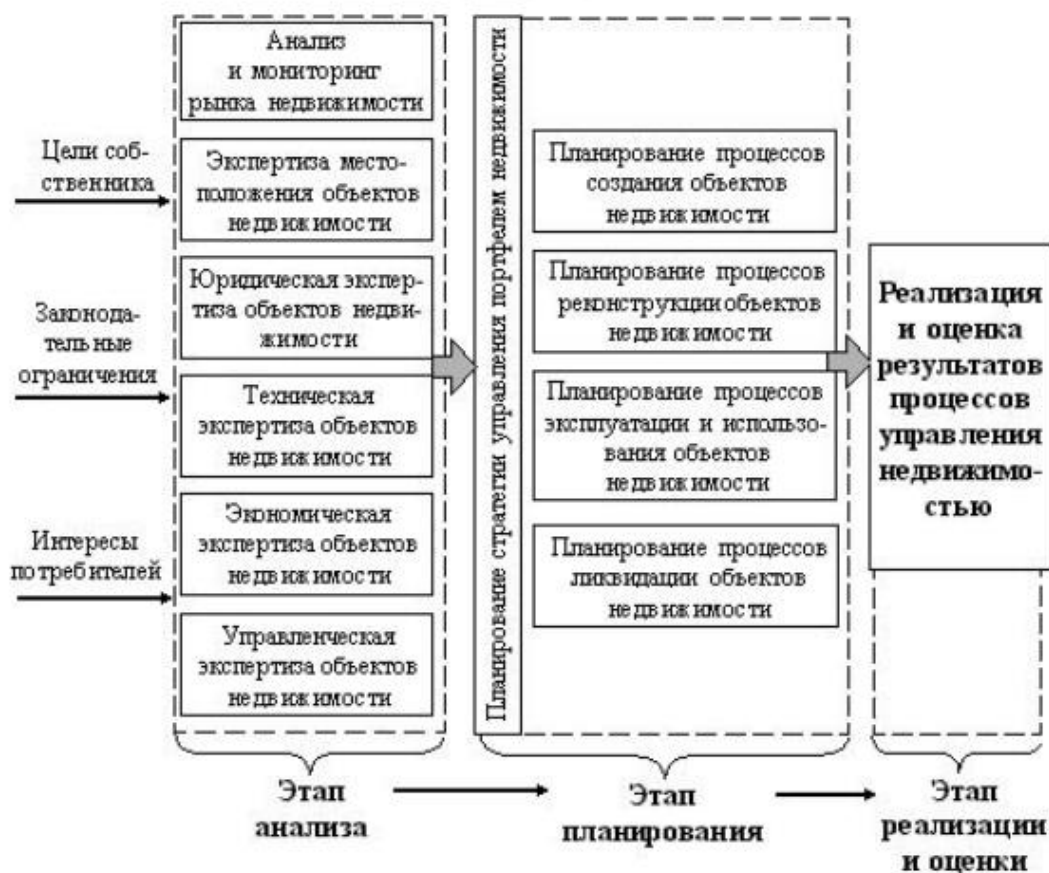


Рисунок 1 – Системный подход к управлению объектом недвижимого имущества

К.э.н., доцентом, председателем Научно информационного центра недвижимости Армении Мескопяном Л.(Э).М. предложена следующая модель реализации концепции сервейинга (рисунок 2).



Рисунок 2 – Концептуальная модель сервейинга по Мескопяну Л. (Э).М.

Методологическая последовательность действий исследования сервейинга заключается в необходимости логической мотивации при реализации всех этапов, а каждый из последовательных этапов в свою очередь состоит из отдельных функциональных блоков определенных действий, способствующих оптимальному решению задач управления объектом недвижимого имущества [4].

Первый этап исследования охватывает анализ рынка недвижимости, окружающей среды и экологической среды.

Второй этап предусматривает необходимость проведения совокупности экспертиз (рисунок 2), выражением которых выступает функция, связанная с проведением рыночной оценки недвижимого имущества.

Третий этап предполагает функцию оптимального и окончательного выбора и реализации выбранного варианта (создание и реконструкция (реновация) объекта, его ликвидация) [4].

Совокупность экспертиз является основой формирования практических рекомендаций по наиболее эффективному управлению объектами недвижимого имущества определенного функционального назначения. Иными словами, результатами конкретных экспертиз с точки зрения управления можно назвать положительные или отрицательные условия, оказывающие влияние на конечную эффективность использования объекта недвижимой недвижимости.

Заключительным положением отметим, что сервейинговые услуги связаны с осуществлением маркетинговой, инвестиционной, оценочной,

консалтинговой деятельностью в процессе комплексного управления недвижимостью. Перечисленные виды деятельности являются самостоятельными, следовательно, собственники недвижимости и арендаторы при необходимости, например, оценки имущества или консалтинга, или инжиниринга, могут обратиться в консалтинговые и оценочные компании [2].

Список источников

1. Журавлева Т.Б., Светашов В.Г. Системный подход к анализу процесса управления функционированием объектов недвижимости [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemnyy-podhod-k-analizu-protsessa-upravleniya-funktsionirovaniem-obektov-nedvizhimosti>
2. Кулаков К.Ю. Особенности современного развития теории и практики концепции сервейинга в мировой экономике / К.Ю. Кулаков // Электронный научный журнал «Современные проблемы науки и образования» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.scienceeducation>
3. Асылбаев А.Б. Сервейинг как модель результативного управления недвижимостью / А.Б.Асылбаев [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://vestnik.krsu.kg/archive/77/3258>
4. Месропян Л.(Э)М. Сервейинг как институт эффективного использования недвижимости [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://pandia.ru/text/78/402/48043.php>
5. Федюнина, Т. В. Аспекты энергоэффективной реконструкции градостроительной застройки / Т. В. Федюнина // Основы рационального природопользования : Материалы VII Национальной конференции с международным участием. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2021. – С. 201-206. – EDN WIMOLI.
6. Кручинкин, К. В. Оценка эффективности управленческих решений комплексного преобразования недвижимого имущества / К. В. Кручинкин, Т. В. Федюнина // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения : Материалы X Национальной конференции с международным участием, – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2020. – С. 116-119. – EDN CTDNTK.
7. Кручинкин, К. В. Механизмы управления доходностью объектов недвижимой собственности / К. В. Кручинкин, Т. В. Федюнина // Бизнес, общество и молодежь: идеи преобразований : Материалы VIII Всероссийской студенческой научной конференции – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью "Амирит", 2019. – С. 123-126. – EDN IUTARL.

© Федюнина Т.В., 2025

ИНТЕГРАЦИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СОВРЕМЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРАКТИК В РАЗВИТИЕ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Евгения Вячеславовна Чех, старший преподаватель¹,
Наталья Александровна Федосюк, старший преподаватель²,
Наталья Александровна Тимошук, ассистент³
^{1,2,3}Брестский государственный технический университет, г. Брест,
Республика Беларусь
¹evgeniya.v.cheh@gmail.com
²fedosyuk.nata.2017@mail.ru
³natimoshuk@g.bstu.by

Аннотация. Статья посвящена исследованию процессов интеграции цифровых технологий и современных образовательных практик как ключевого фактора развития кадрового потенциала строительной отрасли Беларуси. В работе анализируется, как внедрение BIM-моделирования, робототехники, искусственного интеллекта и методов бережливого строительства формирует новые требования к компетенциям специалистов. В качестве центрального примера успешной интеграции рассматривается деятельность Центра компетенций промышленной робототехники и цифрового инжиниринга БрГТУ, где реализуются практико-ориентированные модули, используются цифровые двойники и симуляторы. Доказывается, что такой синтез образовательных форматов и цифровых инструментов не только готовит кадры для технологического прорыва, но и вносит вклад в достижение целей устойчивого развития (ESG) через задачи энергоэффективности, экологического мониторинга и рационального использования ресурсов.

Ключевые слова: кадровый потенциал, строительная отрасль, цифровые технологии, современные образовательные практики, дуальное образование, робототехника, цифровые двойники, устойчивое развитие (ESG), интеграция, BIM-технологии, цифровизация образования, управление знаниями, социальная ответственность бизнеса, энергосберегающие технологии

Для цитирования: Чех Е.В., Федосюк Н.А., Тимошук Н.А. Интеграция цифровых технологий и современных образовательных практик в развитие кадрового потенциала строительной отрасли Республики Беларусь в контексте устойчивого развития // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с. 305

INTEGRATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES AND MODERN EDUCATIONAL PRACTICES IN THE DEVELOPMENT OF HUMAN RESOURCES POTENTIAL OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY OF THE REPUBLIC OF BELARUS IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Evgenia Vyacheslavovna Chekh, Senior lecturer ¹,
Natallia Aleksandrovna Fedasiuk, Senior lecturer ²,
Natallia Aleksandrovna Tsimashuk, assistant ³

^{1,2,3}Brest State Technical University, Brest, Republic of Belarus

¹evgeniya.v.chekh@gmail.com

²fedosyuk.nata.2017@mail.ru

³natimoshuk@g.bstu.by

Annotation. The article is devoted to the study of the integration of digital technologies and modern educational practices as a key factor in the development of human resources in the construction industry of Belarus. The paper analyzes how the introduction of BIM modeling, robotics, artificial intelligence and lean construction methods creates new requirements for the competencies of specialists. The activities of the BrSTU Competence Center for Industrial Robotics and Digital Engineering, where practice-oriented modules are implemented, digital doubles and simulators are used, are considered as a central example of successful integration. It is proved that such a synthesis of educational formats and digital tools not only trains personnel for technological breakthrough, but also contributes to the achievement of the Sustainable Development Goals (ESG) through the tasks of energy efficiency, environmental monitoring and rational use of resources.

Keywords: human resources, construction industry, digital technologies, modern educational practices, dual education, robotics, digital twins, sustainable development (ESG), integration, BIM technologies, digitalization of education, knowledge management, business social responsibility, energy-saving technologies

For citation: Chekh E.V., Fedasiuk N.A., Tsimashuk N.A. Integration of digital technologies and modern educational practices in the development of human resources potential of the construction industry of the Republic of Belarus in the context of sustainable development // Fundamentals of rational environmental management: materials of the XI National Conference with international participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.305

Развитие кадрового потенциала является стратегическим фактором обеспечения устойчивого роста строительной отрасли Республики Беларусь. Анализ современных исследований выявляет системные проблемы, сдерживающие развитие отрасли: дефицит квалифицированных инженерно-технических специалистов, снижение объемов капитального строительства,

распространение временного найма и отставание в освоении цифровых технологий. Особую актуальность приобретает интеграция инновационных методов управления персоналом с современными образовательными практиками.

Цифровая трансформация строительной отрасли требует внедрения передовых технологий, таких как BIM-моделирование, методы бережливого строительства и платформы для управления проектами. Одновременно необходима модернизация системы подготовки кадров через внедрение практико-ориентированных образовательных программ, дуального обучения и непрерывного профессионального развития. Комплексный подход к развитию человеческого капитала позволит не только повысить производительность труда, но и обеспечить социально-экономическую устойчивость строительных организаций в долгосрочной перспективе, что определяет цель данного исследования [1].

Развитие кадрового потенциала в строительной отрасли все чаще рассматривается через призму концепции устойчивого развития (ESG), где социальный компонент выдвигается на первый план. В данном контексте он подразумевает не только создание достойных условий труда и социальных гарантий, но и стратегическое инвестирование в человеческий капитал через непрерывное обучение и развитие. Как следствие, формирование высокопрофессионального и мотивированного персонала становится ключевым фактором конкурентоспособности и долгосрочной устойчивости строительных компаний.

Одновременно с этим строительство переживает этап активной цифровой трансформации. Особая роль в строительном комплексе отводится информационно-коммуникационным технологиям (ИКТ) – комплексу инструментов и методов, направленных на цифровую трансформацию процессов проектирования, управления и производства работ. Ведущим элементом ИКТ выступает BIM (Information Modeling) – технология информационного моделирования зданий и сооружений, создающая цифровую модель объекта на всем его жизненном цикле.

Ключевыми технологиями, определяющими процесс цифровизации являются методы бережливого строительства (Lean Construction), направленные на минимизацию потерь, и использование искусственного интеллекта для управления проектами и персоналом, а также цифровые двойники (Digital Twins), которые умеют создавать виртуальные копии физических активов для анализа и оптимизации их эксплуатации. Однако, как показывают исследования, внедрение этих технологий наталкивается на острую нехватку квалифицированных кадров, обладающих необходимыми цифровыми компетенциями.

Сложившееся положение в строительстве вызывает необходимость пересмотра существующих образовательных практик. Современная подготовка кадров для строительного комплекса должна смещаться от традиционных лекционных форматов к практико-ориентированным моделям. К ним относятся

дуальное образование, проектное обучение на реальных кейсах, короткие модульные программы повышения квалификации и использование VR-тренажеров для отработки навыков. Именно эти форматы позволяют эффективно закрыть разрыв между теоретическими знаниями и практическими требованиями производства.

Таким образом, актуальность проблемы заключается в необходимости преодоления системного кризиса, вызванного дефицитом кадров, снижением производительности труда и устаревшими методами управления. Интеграция цифровых технологий, современных образовательных практик и принципов устойчивого развития (ESG) создает синергетический эффект. Цифровизация задает новые требования к компетенциям, образование формирует эти компетенции, а рамки ESG обеспечивают социальную направленность этого процесса. В конечном счете, совокупность названных направлений способствует технологическому прорыву и повышению инвестиционной привлекательности строительной отрасли Республики Беларусь.

Цифровое представление информации обладает значительными преимуществами перед традиционными подходами. Оно позволяет формировать единую технологическую среду – такую как экосистемы, платформы, гейткиперы или специализированные площадки, где одновременно взаимодействуют множество пользователей.

Такая интеграция открывает широкие возможности: создание комфортной для пользователя среды (включая технологическую, инструментальную, методическую, документальную и партнерскую составляющие), управление пользовательским поведением, обеспечение максимальной прозрачности процессов. Это позволяет эффективно решать целые классы задач, а также выявлять проблемы и точки роста в различных направлениях бизнес-деятельности. [2]

На базе Брестского государственного технического университета при поддержке Министерства образования Республики Беларусь создан Центр компетенций промышленной робототехники и цифрового инжиниринга, где смогут заниматься студенты всех вузов страны, которые обучаются в сфере робототехники, машиностроения, автоматизации производства, а также создания интеллектуальных производств. Это пока единственный проект по робототехническим системам республиканского уровня, который позволяет интегрировать в процесс обучения передовые практики в области автоматизации и цифрового моделирования. Центр компетенций позволяет изучить четыре образовательных модуля:

1. Прикладные робототехнические комплексы.
2. Цифровой инжиниринг и искусственный интеллект.
3. Специальные технологии робототехники.
4. Цифровой инжиниринг и новые технологии в инженерных системах.

Каждый образовательный блок – это законченный набор практических (лабораторных) занятий по выбранной тематике, который позволяет студентам приобрести компетенции в рамках автоматизации задач по заданному

направлению. Модуль «Прикладные робототехнические комплексы» содержит пять дисциплин, среди которых выделяется «Робототехника в строительстве», изучающая разделы: BIM-технологии; обследование строительных конструкций; реконструкция и восстановление облика исторических объектов. В освоении данного образовательного модуля студентами используются мобильный коллаборативный робот, четвероногий шагающий робот, гуманоидный робот и компьютерный класс в самой современной комплектации. Отдельное внимание уделено дисциплине «Робототехника в экологии и управлении водными ресурсами», которая изучает принципы и технологии функционирования плавающих робототехнических комплексов, а также методы их применения в задачах мониторинга и картографирования рек и водоемов, помогает формировать практических знания по программированию и управлению современными робототехническими объектами. Лабораторные занятия включают работу с симулятором MUR IDE, программирование автономного робота, выполнение практических заданий и интеграцию датчиков для контроля качества воды. За короткое время студенты вручную научатся управлять подводными аппаратами, проводить видеосъемку подводных объектов и собирать необходимые экологические данные. В модуле «Цифровой инжиниринг и новые технологии в инженерных системах» студенты осваивают новые технологии в инженерных системах гражданских и промышленных зданий совокупно с инжинирингом и цифровым информационным моделированием инженерных систем. Обучающиеся глубоко погружаются в современные энергосберегающие автоматизированные и «умные» инженерные системы; строительный и эксплуатационный инжиниринг инженерных систем; цифровое информационное моделирование инженерных систем. Дополнительные навыки работы с современным оборудованием им помогают получить экспериментальные лаборатории «Теплоснабжение», «Отопление», а также недавно созданная лаборатория «Цифровые системы газоснабжения», аналогов которой нет в вузах Беларуси [3].

У центра компетенций насыщенный график прохождения обучения в рамках сетевого взаимодействия обучающихся, осваивающих содержание образовательных программ среднего специального и высшего образования, 2025/2026 учебный год расписан полностью. Заказчиками, направляющими студентов на обучение выступают: УО «Полесский государственный университет», Белорусский национальный технический университет, УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», МГУО ВО «Белорусско-Российский университет», УО «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой», УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», УО «Барановичский государственный университет», УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», УО «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова», УО «Белорусский государственный

аграрный технический университет», УО «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий», УО «Витебский государственный технологический университет», УО «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» и филиала БрГТУ Политехнический колледж. Особенностью центра компетенций является возможность для УВО-заказчиков самостоятельно конструировать образовательную программу заданного направления с целью формирования требуемых компетенций у студентов.

Мастер-класс «Принципы разработки цифровых двойников систем водоснабжения: от концепции до экономической эффективности» развивает тему виртуальных копий инженерных систем на кафедре водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов факультета инженерных систем и экологии Брестского государственного технического университета, адаптирует к строительству философию бережливого производства, позволяя повысить уровень проникновения цифровых технологий в строительную отрасль и повысить ее устойчивость.

Развитие тезиса о непрерывном обучении и развитии раскрывается в деятельности дополнительного профессионального образования на базе Института повышения квалификации и переподготовки Брестского государственного технического университета. Руководители белорусских научно-технологических парков завершили пилотную программу повышения квалификации «Передовые практики деятельности современного технопарка», обновили профессиональный инструментарий, позволяющий эффективно взаимодействовать с резидентами и поддерживать стартапы. Важной составляющей учебного процесса стали дискуссии и обмен передовым опытом среди специалистов отрасли.

В заключение можно сделать вывод, что деятельность Центра компетенций промышленной робототехники и цифрового инжиниринга Брестского государственного технического университета успешно реализует интеграцию цифровых технологий и современных образовательных практик в развитие кадрового потенциала строительной отрасли Республики Беларусь в контексте устойчивого развития. Центр выступает уникальным республиканским проектом, объединяющим передовые практики автоматизации и цифрового моделирования в образовательные программы для студентов строительных и инженерных специальностей. Практико-ориентированный подход обеспечивается лабораторными занятиями с реальным робототехническим оборудованием, цифровыми двойниками систем и симуляторами, включая уникальную лабораторию «Цифровые системы газоснабжения». Модульная система обучения, гибкость программ и сетевое взаимодействие 15 вузов и колледжей Беларуси подтверждают масштабируемость модели. Интеграция цифровых технологий (BIM, робототехника, AI) с современными образовательными форматами (модульные программы, мастер-классы, дополнительное профессиональное образование взрослых) при подготовке специалистов к решению ESG-задач

(энергоэффективность, экологический мониторинг, бережливое производство) демонстрирует системное соответствие концепции развития кадрового потенциала строительной отрасли Республики Беларусь.

Таким образом, все выше перечисленное подтверждает ключевое значение деятельности БрГТУ в подготовке молодых специалистов, ориентированных на потребности экономики страны и формирование конкурентоспособных инженерных кадров будущего.

Список источников

1. Проворов В.Н. Управление кадровым потенциалом строительной организации // Вестник Евразийской науки, 2021 №3 . – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://esj.today/PDF/21SAVN321.pdf> – Дата доступа: 01.10.2025.

2. Кудрявцева В. А., Никишина О. В. Цифровая трансформация как фактор устойчивого развития строительного комплекса // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2022. Т. 12. № 4. С. 492–500. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2022-4-492-500>.

3. Центр компетенций Брестского государственного технического университета. Обучение в рамках формы взаимодействия. Режим доступа: <https://www.bstu.by/tsentr-kompetentsij/obuchenie-v-ramkakh-formy-vzaimodejstviya> – Дата доступа: 01.10.2025.

© Чех Е.В., Федосюк Н.А., Тимошук Н.А., 2025

ПОВЫШЕННАЯ ОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА В СОЦИАЛЬНОЙ ЖИЗНИ ГОРОДА: БАЛАНС ИНТЕРЕСОВ

Никита Алексеевич Шелкоплясов, студент¹,

Егор Михайлович Кулешов, студент²

Алексей Александрович Патрикеев, студент³

¹²³Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

¹shelkoplyasov.rgau@yandex.ru,

²kuleshov.rgau@yandex.ru

³patrikeev.rgau@yandex.ru,

Ткачев Александр Анатольевич⁴, научный руководитель, доцент кафедры землеустройства и лесного хозяйства

tkachevaa@ya.ru

Аннотация. Строительство, будучи ключевым элементом городского развития, может негативно сказываться на техническом состоянии жилищного фонда и жизни горожан, что нередко приводит к конфликтам между застройщиками и собственниками недвижимости. В условиях активной застройки городов, наблюдается возрастающее количество случаев, когда владельцы недвижимости сталкиваются с серьезными повреждениями своих домов, вызванными строительными работами, такими как увеличение уровня шума, вибрации и физические разрушения.

Ключевые слова: строительство, ущерб, экспертиза, разрушение, повреждение, собственность.

Для цитирования: Шелкоплясов Н.А., Кулешов Е.М., Патрикеев А.А. Повышенная опасность строительства в социальной жизни города: баланс интересов // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с. 312

Original article

INCREASED DANGER OF CONSTRUCTION IN URBAN SOCIAL LIFE: BALANCING INTERESTS

Nikita Alekseevich Shelkoplyasov , student ¹,

Yegor Mikhailovich Kuleshov, student ²,

Alexey Alexandrovich Patrikeev, student ³

¹²³⁴Russian State Agricultural University – K.A. Timiryazev Moscow Agricultural Academy, Moscow, Russia

¹shelkoplyasov.rgau@yandex.ru

²kuleshov.rgau@yandex.ru

³patrikeev.rgau@yandex.ru

Tkachev Alexander Anatolyevich⁴, scientific supervisor, Associate Professor of Land Management and Forestry Department

⁴tkachevaa@ya.ru

Annotation. Construction, being a key element of urban development, can negatively impact the technical condition of the housing stock and the lives of city residents, often leading to conflicts between developers and property owners. In the context of active urban construction, there is a growing number of cases where property owners face serious damage to their homes caused by construction activities, such as increased noise levels, vibrations, and physical destruction.

Keywords: construction, damage, expertise, destruction, property, impairment.

For citation: Shelkoplyasov N.A., Kuleshov E.M., Patrikeev A.A. // Increased Risks of Construction in the Social Life of the City: Balancing Interests // Fundamentals of rational environmental management: materials of the XI National Conference with international participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.312

Строительство как важный процесс в развитии инфраструктуры города оказывает значительное воздействие как на окружающую среду, так и на жителей города. К сожалению, с этим созидательным процессом нередко возникают и негативные последствия, отражающие собой проблемы, связанные с обеспечением безопасности и комфорта жизни граждан. Наиболее яркими примерами являются случаи, когда в процессе строительства (дома, дороги, метро) собственники жилых домов сталкиваются с ощутимыми повреждениями своего имущества, вызванными активными строительными процессами (бурение, забивка свай, работа машин и механизмов с повышенной вибрацией или шумом). В таких условиях владельцы земельного участка и дом, обращаются в суд с иском застройщикам или производителям строительно-монтажных работ о возмещении ущерба и компенсации морального вреда [1]. Заявляя о причинении серьезных повреждений приводятся следующие виды нарушений: произошло разрушение стен, образовались трещины и сдвиги (как правило, в кирпичной кладке), а также повреждение основания фундамента [2]. Эти факты говорят о том, что жилое помещение может стать или стало непригодным для проживания, или же подвергает владельца риску обрушения части строительной конструкции. Также обычно заявители сообщают, что зафиксированы повышенные уровни шума и вибрации, что негативно влияло на их здоровье, вызывало бессонницу, хронические головные боли.

Чтобы установить причины и происхождение нанесенных ущербов, суд обычно инициирует проведение строительно-технической экспертизы. В ходе исследования эксперты должны прийти к заключению о том, что

конструктивные элементы (стены) жилого дома не соответствуют обязательным строительным нормам [3]. В ходе проведенной экспертизы обычно выявляется несколько ключевых факторов, в частности:

1. Нарушение строительных норм. Экспертами может быть установлено, что в процессе строительства жилого дома могли быть использованы некачественные материалы, что привело к недостаточной прочности конструкций. В частности, часто отмечается о несоответствии армирования лицевого слоя стен требованиям нормативов, что predisposed конструкцию к образованию трещин и разломов;

2. Отсутствие необходимых гидроизоляционных слоев. Экспертиза может обратить внимание на отсутствие гидроизоляционного слоя над уровнем тротуара, что может содействовать попаданию воды и влаги в кирпичную кладку, способствуя образованию трещин и дальнейшему разрушению стен;

3. Влияние внешних факторов. В заключении экспертов также обычно указывается на влияние совокупности факторов, включая морозное пучение и вибрационные нагрузки, вызванные ранее выполненными или выполненными на соседнем (смежном) строительном объекте строительными работами. Вибрации от строительных машин, по их мнению, могут увеличивать динамическое воздействие на уже имеющиеся дефекты, усугубив состояние дома;

4. Отсутствие прямой причинно-следственной связи. Основное заключение экспертизы обычно оформляется в тезисе, что прямая причинно-следственная связь между работами по строительству и техническим состоянием объекта недвижимости отсутствует. Вибрационные нагрузки и другие факторы могут лишь усугублять уже имеющиеся недостатки в конструкции, которые не были связаны с проводимыми текущими строительными работами.

В условиях несогласия с выводами экспертов законом предусмотрено, что возможно инициировать дополнительное обследование, в ходе которого могут быть выявлены подробные дефекты скрытых конструктивных элементов [4]. Например, в результате новой проверки могут быть оценены армировочные сетки в кирпичной кладке, которые возможно ранее не оценивались экспертом. В дальнейшем, для устранения противоречий и разъяснения нюансов, по ходатайству возможно вызвать эксперта на судебное заседание, где он может дать пояснения, например, что в рамках судебной экспертизы следы армирования действительно не были видны, и для более детального изучения требуется разбор части кирпичной кладки и т.п. Дополнительная экспертиза должна была назначена с обязательным производством необходимых действий.

Отметим, что судебная коллегия по гражданским делам Верховного Суда Российской Федерации, проверяя законность вынесенных судебных постановлений, неоднократно признала иски по заявленным требованиям решения по ним судов неоправданными или проведенными с существенными нарушениями норм права. Все обстоятельства дела должны быть установлены и учтены в заранее установленном порядке, и обжалованные решения были

признаны нарушающими права граждан. Ситуация, описанная в статье, подчеркивает важность надлежащего соблюдения строительных норм и правил, а также необходимость механизма защиты прав граждан как на жилищные условия, так и на собственность [5].

Основные рекомендации, которые можно извлечь из данной ситуации, следующие:

1. Необходимость своевременного внедрения стандартов и норм. Строительство должно происходить с строгим соблюдением всех строительных норм и стандартов, которые гарантируют безопасность и благоприятные условия жизнедеятельности людей, т.е. их комфорт;

2. Комплексный подход к оценке влияния строительства. Важно учитывать не только характер строительных работ, применяемых строительных технологий, но и природные факторы, которые могут также повлиять на техническое состояние жилых зданий;

3. Правозащитные механизмы. Граждане должны иметь возможность защищать свои права при возникновении ущерба. В этом смысле необходимо чтобы государственная правовая система была способна быстро реагировать на обращения граждан по вопросам возмещения ущерба;

4. Обеспечение проведения качественных и независимых строительно-технических экспертиз. Для объективного решения споров о возмещении ущерба необходимы независимые и высококвалифицированные эксперты, способные дать полное и непредвзятое заключение о воздействии строительных работ как на сами объекты, так и на эксплуатирующих их людей;

5. Усовершенствование планирования и согласования строительных проектов. Для предотвращения конфликтов между застройщиками и гражданами важно заранее прорабатывать местные условия застройки (на уровне моделирования), а также учитывать интересы жителей.

Таким образом, можно отметить, что вышеуказанные правовые случаи выявляют не только проблемы, возникающие в результате строительства, но и раскрывают более глубокие вопросы о правовых гарантиях граждан и качестве строительной деятельности. Соответствующие исследования и обзоры, возможно, послужат толчком к дальнейшему усовершенствованию правовой системы и обеспечению защиты интересов граждан в условиях современной городской среды.

Список источников

1. Абдразаков, Ф. К. Совершенствование организации инвестиционно-экономического процесса / Механизация строительства. – 2014. – № 9(843). – С. 15-18. – EDN SNIGWH.
2. Абдразаков, Ф. К. Экономическое обоснование инвестиционных проектов строительства, реконструкции или капитального ремонта объектов природопользования / Аграрный научный журнал. – 2015. – № 5. – С. 65-68. – EDN TTUEYT.

3. Яловая, Ю. С. Визуальная экспертиза объектов строительства / Ю. С. Яловая, В. В. Тур // Инвестиции, строительство, недвижимость как материальный базис модернизации и инновационного развития экономики: Материалы VI МНПК – Томск: ТГАСУ, 2016. – С. 563-565. – EDN WATRRT.

4. Сушков, И. А. Судебная экспертиза в строительстве и недвижимости: практика и проблемы // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. – 2019. – № 1. – С. 22. – EDN XEGDKK.

5. Волощук, С. Д. Строительно-техническая экспертиза / Теория и практика судебной экспертизы. – 2009. – № 4(16). – С. 242-245. – EDN LJMGUL.

© Шелкоплясов Н.А., Кулешов Е.М., Патрикеев А.А., 2025

Секция 4
**Основные проблемы водо-, газо-, теплоснабжения и
энергообеспечения объектов**

Научная статья
УДК 621.316.93

**АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И ЕЁ
ВЛИЯНИЕ НА ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ**

Индира Тельмановна Абдрахманова, старший преподаватель
Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет,
г.Уральск, Казахстан
indira.a83@mail.ru

Аннотация: В статье рассматривается роль автоматизации в современных системах электроснабжения и её влияние на обеспечение энергобезопасности объектов. Анализируются функциональные возможности автоматизированных систем, включая дистанционный контроль, диагностику, адаптивное управление и прогнозирование аварийных режимов. Особое внимание уделяется эффекту снижения риска отказов, повышению надёжности и энергоэффективности, а также интеграции автоматизации в цифровую инфраструктуру зданий и предприятий. Подчёркивается значимость цифровых технологий в повышении устойчивости энергоснабжения в условиях роста нагрузок и возрастающих требований к качеству электрической энергии. Обоснована необходимость широкого внедрения автоматизации как неотъемлемой части цифровой трансформации энергетики.

Ключевые слова: автоматизация, электроснабжение, энергобезопасность, интеллектуальные системы, цифровая подстанция, SCADA, надёжность, энергоэффективность.

Для цитирования: Абдрахманова И.Т. Автоматизация систем электроснабжения и её влияние на энергобезопасность объектов // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.317

Scientific article

**AUTOMATION OF POWER SUPPLY SYSTEMS AND ITS IMPACT
ON THE ENERGY SAFETY OF FACILITIES**

Indira Telmanovna Abdrakhmanova, Senior Lecturer
West Kazakhstan Innovation and Technology University, Uralsk, Kazakhstan

Abstract: This article examines the role of automation in modern power supply systems and its impact on the energy security of facilities. The functional capabilities of automated systems, including remote monitoring, diagnostics, adaptive control, and emergency prediction, are analyzed. Particular attention is paid to reducing the risk of failures, increasing reliability and energy efficiency, and integrating automation into the digital infrastructure of buildings and enterprises. The importance of digital technologies in improving the stability of power supply in the face of increasing loads and increasing demands on electrical energy quality is emphasized. The need for widespread implementation of automation as an integral part of the digital transformation of the energy sector is substantiated.

Keywords: automation, power supply, energy security, intelligent systems, digital substation, SCADA, reliability, energy efficiency.

For citation: Abdrakhmanova I.T. "Automation of Power Supply Systems and Its Impact on the Energy Security of Facilities // Fundamentals of Sustainable Natural Resource Management: Proceedings of the 11th National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.317

Современное развитие электроэнергетики сопровождается постоянным увеличением требований к надёжности и безопасности энергоснабжения. Энергоёмкость технологических процессов и критичность непрерывного питания в промышленности, транспорте, здравоохранении и других секторах требуют от систем электроснабжения высокой устойчивости. На этом фоне автоматизация становится не просто технологическим трендом, а ключевым инструментом повышения энергетической устойчивости и надёжности функционирования объектов.

Автоматизация систем электроснабжения представляет собой внедрение технологических решений, обеспечивающих постоянный мониторинг состояния оборудования, дистанционное управление сетевыми элементами и автоматическое реагирование на аварийные и нестандартные ситуации. Такие системы позволяют в реальном времени отслеживать параметры сети, анализировать динамику нагрузок, прогнозировать потенциальные отклонения и управлять оборудованием без участия персонала. Это существенно снижает влияние человеческого фактора и обеспечивает быструю реакцию на внештатные режимы [2, с. 43].

Применение микропроцессорных устройств защиты, цифровых измерительных приборов, SCADA-систем и программных платформ управления позволяет повысить точность диагностики, оперативность вмешательства и прозрачность функционирования электросетей [4, с. 22]. По данным исследований, внедрение интеллектуальных систем управления сокращает время выявления и устранения аварийных ситуаций до 40% [5, с. 65].

В контексте энергобезопасности автоматизация выполняет важнейшую функцию — обеспечение надёжности электроснабжения. Системы автоматического ввода резерва (АВР), селективной защиты и повторного автоматического включения (РАВ) позволяют мгновенно отключать аварийные участки и перераспределять нагрузку, что исключает развитие каскадных отказов. Предиктивная аналитика на базе больших данных и алгоритмов машинного обучения даёт возможность не только фиксировать уже произошедшие неисправности, но и заранее оценивать износ оборудования, предотвращая его выход из строя [5, с. 67].

Интеграция автоматизации в промышленную и городскую инфраструктуру меняет подход к управлению энергопотреблением. В современных промышленных зонах автоматизированные системы сочетаются с другими инженерными комплексами — водообеспечением, вентиляцией, климат-контролем и системами контроля доступа [6, с. 47]. Это позволяет выстраивать централизованные цифровые платформы, обеспечивающие адаптивное управление ресурсами.

Цифровые подстанции, функционирующие по международному стандарту IEC 61850, представляют собой пример высокотехнологичной инфраструктуры, где управление осуществляется через единое цифровое информационное пространство. Это исключает задержки и ошибки передачи данных, повышает безопасность и упрощает интеграцию с другими системами управления [7, с. 12]. Переход на цифровые подстанции также сокращает эксплуатационные расходы за счёт минимизации затрат на обслуживание и диагностику.

Городская энергетика также активно переходит к интеллектуальным формам управления. В концепции «умного города» электросети становятся гибкими и адаптивными. Автоматизация позволяет в реальном времени управлять распределением нагрузки между районами, обеспечивать приоритетное питание социально значимых объектов и снижать энергопотери за счёт оптимального режима эксплуатации сетей [3, с. 115]. Особенно важным становится повышение качества электроэнергии: контроль уровня гармоник, отклонений напряжения и частоты, что ранее невозможно было обеспечить без участия высокоточных автоматизированных систем.

Автоматизированные системы также играют ключевую роль в переходе к использованию возобновляемых источников энергии. Их нестабильный характер требует интеллектуального управления накопителями энергии и адаптации нагрузок. Без современных средств автоматизации невозможна эффективная интеграция ВИЭ в энергосистему [5, с. 70].

Тем не менее, широкое внедрение автоматизации сопровождается определёнными трудностями. Существенным барьером остаются высокие инвестиционные затраты, связанные с заменой устаревшего оборудования, прокладкой новых линий связи и приобретением цифровых устройств. Кроме того, существует острая нехватка специалистов, обладающих компетенциями в области цифровых энергетических систем [5, с. 72]. Важной задачей становится

обеспечение кибербезопасности автоматизированных комплексов, поскольку внедрение цифровых технологий делает энергетику потенциальной целью кибератак.

Несмотря на указанные проблемы, опыт ведущих энергетических компаний — таких как «Россети», Siemens, Schneider Electric, ABB — демонстрирует высокую эффективность автоматизации. Повышение надёжности, сокращение времени восстановления после аварий, снижение затрат на эксплуатацию и повышение прозрачности подтверждают стратегическую значимость перехода к интеллектуальному управлению электроснабжением.

В условиях цифровой трансформации промышленности и экономики в целом автоматизация выступает основой устойчивого развития энергетической отрасли. Она позволяет формировать надёжные, гибкие и интеллектуальные энергосистемы, готовые к вызовам будущего.

Список источников

1. Бессонов Л. А. Электроснабжение промышленных предприятий. — М.: Энергоатомиздат, 2020.
2. Гусев В. П., Шелестов А. М. Системы автоматического управления в электроэнергетике. — М.: НИЦ Инфра-М, 2019.
3. Журавлёв А. В., Панфилов А. И. Интеллектуальные системы электроснабжения. — СПб.: Питер, 2021.
4. Кузнецов С. Н. Цифровые подстанции и автоматизация управления электрическими сетями. — М.: Энергия, 2022.
5. Сибикин Ю. Д. Современные электрические подстанции. Учебное пособие. — М.: Лаборатория знаний, 2025.
6. Зализный Д. И. Автоматизация электрических сетей. — Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011.
7. Чичёв С. И., Калинин В. Ф., Глинкин Е. И. Методология проектирования цифровой подстанции в формате новых технологий. — М.: Спектр, 2014.
8. Широков О. Г., Алфёрова Т. В., Керус К. В. Цифровые трансформаторные подстанции как средство повышения надёжности и эффективности электроснабжения. — Материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф., 2020.
9. Коновалов Ю. В., Вайгачёв А. Е., Уваров А. А. Автоматизация и цифровизация объектов электроэнергетики. // Вестник Ангарского государственного технического университета. — 2022.

©Абдрахманова И.Т.,2025

ОСОБЕННОСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ СТОЯНОК

Руфат Тимурович Алиакберов, студент ¹,

Аида Ханифовна Низамова, старший преподаватель ²

^{1,2} Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Россия

¹ pafgodan@gmail.com

² nizamova_a_h@mail.ru

Аннотация. Целью данной работы является комплексный анализ особенностей обеспечения пожарной безопасности подземных автомобильных стоянок, включая нормативные требования, инженерно-технические решения и организационные мероприятия.

Ключевые слова: подземная автомобильная стоянка, пожарная безопасность, автоматическое пожаротушение.

Для цитирования: Алиакберов Р.Т., Низамова А.Х. Особенности пожарной безопасности подземных автомобильных стоянок // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.321

Scientific article

FIREFIGHTING OF AN OPEN PARKING LOT

Rufat Timurovich Aliakberov, student ¹,

Aida Khanifovna Nizamova, Senior lecturer ²

^{1,2} Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russia

¹ pafgodan@gmail.com

² nizamova_a_h@mail.ru

Annotation. The purpose of this work is to provide a comprehensive analysis of the features of fire safety in underground car parks, including regulatory requirements, engineering solutions, and organizational measures.

Keywords: underground car park, fire safety, and automatic fire suppression.

For citation: Aliakberov R.T., Nizamova A.H. Features of fire safety in underground car parks// Fundamentals of Sustainable Natural Resource Management: Proceedings of the 11th National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.321

Рост числа автомобилей в городах приводит к необходимости поиска дополнительных парковочных пространств, что обуславливает активное строительство подземных автостоянок. Однако их замкнутый характер, ограниченное число входов и выходов, а также сосредоточение значительного количества горючих материалов создают условия для возникновения и стремительного развития пожаров, представляя серьезную угрозу для жизни людей и целостности зданий [1].

Статистика показывает, что основными причинами пожаров на подобных объектах являются неисправности в электросистеме или топливной системе автомобилей (более 50% случаев), неосторожное обращение с огнем (около 18%) и умышленные поджоги (12%). Наличие легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), смазочных материалов, автопокрышек и полимерных элементов салона автомобиля формирует высокую пожарную нагрузку. В таких условиях пожар характеризуется быстрым температурным ростом, интенсивным выделением токсичного дыма и сложностью для тушения [6].

Нормативное регулирование и классификация.

Пожарная безопасность подземных автостоянок в Российской Федерации регламентируется комплексом нормативных документов. Фундаментальные требования установлены Федеральным законом № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Ключевыми документами для проектирования и строительства является СП 113.13330.2023 «Стоянки автомобилей» (актуализированная редакция СНиП 21-02-99*), который определяет общие требования к проектированию, особенностям встроенных и подземных паркингов [1].

К подземным относятся стоянки, расположенные ниже уровня земли. Особо выделяют встроенные автостоянки, размещенные в подземных этажах зданий иного назначения (жилых, общественных, офисных). К ним предъявляются наиболее строгие требования, поскольку возгорание на такой стоянке может напрямую угрожать всему зданию. Степень огнестойкости подземной стоянки не может быть ниже степени огнестойкости здания, в которое она встроена. Согласно СП 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» приложение А, автостоянки относятся ко 2-й группе помещений по степени опасности развития [2].

Факторы пожарной опасности и особенности развития пожара.

Подземные автостоянки характеризуются рядом уникальных факторов опасности, которые необходимо учитывать при проектировании систем защиты.

Высокая пожарная нагрузка. Основную опасность представляют автомобили, в конструкции которых используется большое количество полимерных материалов, резины, топлива и смазочных масел. При горении одного автомобиля пламя способно распространиться по салону за 8–10 минут, а затем лавинообразно перекинуться на соседние транспортные средства.

Интенсивное задымление. При пожаре в замкнутом пространстве выделяется огромное количество дыма и токсичных продуктов горения. Дым быстро заполняет объем, резко снижая видимость до менее 1 метра, что затрудняет эвакуацию людей и работу пожарных подразделений.

Угроза взрыва. Наличие баков с горючим, а также автомобилей, работающих на сжиженном газе (пропан, бутан), создает реальную угрозу взрыва при пожаре, что может привести к катастрофическим последствиям.

Сложность тушения и эвакуации. Ограниченное количество и сложная конфигурация эвакуационных путей, необходимость спуска пожарных расчетов вниз, противодействуя потоку эвакуирующихся, являются серьезным вызовом для служб спасения [1, 4].

Комплекс мер по обеспечению пожарной безопасности.

Обеспечение безопасности на подземных автостоянках достигается за счет комплекса мер, которые условно можно разделить на планировочно-конструктивные, инженерно-технические и организационные.

Объемно-планировочные и конструктивные решения.

Данные меры направлены на ограничение распространения пожара и обеспечение безопасной эвакуации.

Противопожарные преграды. Подземные стоянки должны быть разделены на пожарные отсеки противопожарными стенами и перекрытиями с нормируемым пределом огнестойкости. В подземных стоянках запрещено разделение машиномест на отдельные боксы с помощью перегородок, чтобы не создавать локальные зоны интенсивного горения и задымления.

Эвакуационные пути и выходы. На каждом этаже должно быть предусмотрено не менее двух рассредоточенных эвакуационных выходов. Ширина лестниц должна быть не менее 1 метра. Пути эвакуации должны быть оборудованы световыми указателями и аварийным освещением, подключенным к независимому источнику питания.

Огнестойкость отделки и конструкций. Для внутренней отделки должны применяться исключительно негорючие (НГ) материалы. Несущие конструкции и противопожарные преграды должны иметь предел огнестойкости, соответствующий требуемой степени огнестойкости здания.

Инженерно-технические системы защиты.

Это активные системы, предназначенные для своевременного обнаружения пожара, его тушения и создания безопасных условий для эвакуации.

Системы автоматического пожаротушения (АУПТ). Установка АУПТ на подземных стоянках является обязательной. Наиболее распространены водяные (спринклерные) и порошковые системы. Водяные системы эффективны для охлаждения очага пожара и предотвращения распространения огня. Спринклеры срабатывают при достижении критической температуры (например, +57°C). Такие системы безопасны для людей, что позволяет запускать их сразу после обнаружения возгорания. Порошковые системы используются, как правило, на малых стоянках (до 50 машиномест) или в

качестве модульных решений. Их главный недостаток - опасность для людей (снижение видимости, токсичность), поэтому их запуск должен производиться после полной эвакуации и блокировки вентиляции [1].

Противодымная вентиляция. Эта система является критически важной для спасения жизней. Согласно СП 300.1325800.2017, она должна включать в себя три компонента:

- Приточно-вытяжная вентиляция для общего воздухообмена;
- Противодымная вентиляция для удаления дыма из зоны пожара;
- Струйная вентиляция для предотвращения растекания дыма по путям эвакуации.

Вентиляторы противодымной системы должны сохранять работоспособность в течение не менее 2 часов при температуре дымовых газов до +400°C [4].

Системы оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ). Тип СОУЭ зависит от вместимости стоянки:

- До 50 машиномест - 2-й тип;
- От 50 до 200 - 3-й тип;
- Свыше 200 - 4-й тип.

Система включает в себя звуковые оповещатели (сирены, громкоговорители) и световые табло «Выход», которые должны быть размещены на всех поворотах, входах/выходах и лестничных клетках.

Внутренний противопожарный водопровод. Оборудуется пожарными кранами с расчетным числом водяных струй и расходом воды в зависимости от объема помещения. В подземных стоянках этот водопровод должен быть выполнен отдельно от других систем водоснабжения и иметь патрубки для подключения пожарной техники снаружи [1].

Организационные мероприятия.

К ним относятся эксплуатационные требования, направленные на предотвращение возникновения пожара. На подземных стоянках запрещено:

- Проводить любые огневые работы (сварку, пайку), малярные работы;
- Подзаряжать аккумуляторы без снятия их с автомобиля (из-за риска выделения водорода);
- Мыть детали легковоспламеняющимися жидкостями;
- Хранить тару с горюче-смазочными материалами, оставлять промасленную ветошь;
- Загромождать ворота, проезды и эвакуационные выходы.

Ответственность за соблюдение этих правил несет руководитель эксплуатирующей организации [3].

Заключение

Обеспечение пожарной безопасности подземных автомобильных стоянок - это сложная, многогранная задача, требующая комплексного подхода. Ее успешное решение основывается на неукоснительном соблюдении актуальных нормативных требований на всех стадиях жизненного цикла объекта: от проектирования и строительства до эксплуатации.

Ключевыми элементами безопасности являются пассивные противопожарные преграды, ограничивающие распространение огня, и активные инженерные системы, такие как автоматическое пожаротушение и противодымная вентиляция, которые напрямую обеспечивают сохранение жизни и здоровья людей. При этом эффективность любых технических решений может быть сведена на нет недостатками организационного характера, такими как нарушение эксплуатационного режима.

Перспективы дальнейших исследований в данной области связаны с разработкой требований к тушению пожаров электромобилей, совершенствованием интеллектуальных систем, прогнозирующих развитие пожара и оптимизирующих управление эвакуацией, а также с адаптацией нормативной базы к новым строительным технологиям и материалам [5, 6].

Список источников

1. СП 113.13330.2023 «Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99*».
2. СП 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования».
3. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
4. СП 300.1325800.2017 «Системы струйной вентиляции и дымоудаления подземных и крытых автостоянок. Правила проектирования».
5. Дорожкин А.С., Таранцев А.А., Минкин Д.Ю. Проблемы пожарной безопасности подземных автостоянок // Проблемы управления рисками в техносфере. 2015. № 1 (33).
6. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2020 году» / - М.: МЧС России, 2021.

© Алиакберов Р.Т., Низамова А.Х., 2025

ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ РЕГИОНА

Светлана Сергеевна Балдина, студентка¹,
Татьяна Анатольевна Панкова, к.т.н., доцент²

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

¹sbaldinasveta@yandex.ru

²vtanja@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается применение возобновляемых источников энергии в теплоэнергетическом комплексе региона.

Ключевые слова: возобновляемые источники, теплоэнергетика, альтернативная энергетика, биотопливо, солнечная энергия, ветровая энергия, гидроэнергия.

Для цитирования: Балдина С.С., Панкова Т.А. Применение возобновляемых источников энергии в теплоэнергетическом комплексе региона // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.326

Review article

APPLICATION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE REGION'S HEAT AND POWER COMPLEX

Svetlana Sergeevna Baldina, student¹,
Tatiana Anatolyevna Pankova, PhD, Associate Professor²

^{1,2} Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹sbaldinasveta@yandex.ru

²vtanja@mail.ru

Annotation. This article discusses the use of renewable energy sources in the thermal energy complex of the region.

Keywords: renewable sources, thermal energy, alternative energy, biofuels, solar energy, wind energy, hydropower.

For citation: Baldina S.S., Pankova T.A. Application of renewable energy sources in the region's heat and power complex // Fundamentals of environmental

Россия – занимает 3 место в мире по производству энергии, но из-за своей обширной территории, значительную часть которой занимают северные регионы с крайне суровыми погодными условиями и низкой среднегодовой температурой ($-5,5^{\circ}\text{C}$), страна также является крупным потребителем, поскольку обеспечение комфортной температуры жилья и поддержания функционирования инфраструктуры требуют значительных объемов энергии.

В современном мире всё больше говорят о том, как улучшить экологическую ситуацию на планете и сократить затраты на отопление. Мы уже столкнулись с такими проблемами, как глобальное потепление, загрязнение воздуха и ухудшение состояния атмосферы. Один из способов справиться с этими вызовами — развитие альтернативной энергетики.

Эта сфера охватывает использование возобновляемых источников энергии — таких, которые либо восстанавливаются сами по себе, либо просто не заканчиваются в рамках человеческой жизни. Такой подход помогает уменьшить вред для окружающей среды и снизить зависимость от исчерпаемых ресурсов. Самыми популярными направлениями считаются солнечная, ветровая, гидроэнергия, а также использование биотоплива.

Одним из ключевых источников возобновляемой энергии в сфере отопления считается биотопливо. Его делают из органических материалов — например, древесной щепы, соломы, торфа и даже отходов животноводства. Такое топливо помогает не только обогревать дома, но и решает проблему утилизации отходов. Биогазовые установки позволяют получать газ путем анаэробного сбраживания органического сырья, а затем он используется для отопления зданий и выработки электроэнергии.

Среди всех направлений особое место занимает технология использования солнечной энергии. Установленные солнечные панели собирают излучение солнца и преобразуют его в электрическую и тепловую энергию. Они применяются как для индивидуального бытового потребления (отопление дома, подогрев воды), так и в промышленности для подачи тепла и горячего водоснабжения. Основными элементами такой системы являются плоские солнечные коллекторы (рисунок 1), предназначенные для сбора и накопления тепла от солнечных лучей.

Эти коллекторы преобразуют солнечную радиацию в тепловую энергию, которую можно использовать для различных нужд. Плоские коллекторы просты в установке и эксплуатации, экономичны и долговечны.

Ещё один популярный источник возобновляемой энергии — это ветер. В нашей стране наибольший потенциал для таких проектов есть в отдалённых регионах, где часто дуют сильные и стабильные ветра.



Рисунок 1 – Плоский солнечный коллектор

Лучше всего для установки ветряных электростанций подходят побережья, возвышенности и открытые равнины. Современные ветряные установки (рисунок 2) могут прямо преобразовывать энергию вращающихся лопастей в тепло, без промежуточного этапа с электричеством. Это позволяет напрямую отапливать здания, снижая потери энергии и уменьшая расходы на содержание обычных котельных.



Рисунок 2 – Ветряные установки

Крупные ветряные электростанции включаются в общую сеть, более мелкие используются для снабжения электричеством удалённых районов. В отличие от ископаемого топлива, энергия ветра практически неисчерпаема, повсеместно доступна и более экологична. Однако сооружение ветряных электростанций сопряжено с некоторыми трудностями технического и экономического характера, замедляющими распространение ветроэнергетики. В частности, непостоянство ветровых потоков не создаёт проблем при небольшой доле ветроэнергетики в общем производстве электроэнергии, однако при росте этой доли возрастают также и проблемы надёжности производства электроэнергии. Для решения подобных проблем используется

интеллектуальное управление распределением электроэнергии и системы накопления электроэнергии [1].

В России также хорошо развита гидроэнергетика. Гидроэлектростанции (ГЭС) (рисунок 3) превращают движение воды в электричество. Обычно такие станции состоят из плотины, которая перекрывает реку и поднимает уровень воды, и здания, где находятся турбины, генераторы и другое оборудование.



Рисунок 3 – Гидроэлектростанция

На небольших ГЭС водяные турбины могут использоваться не только для выработки электричества, но и для обогрева прилегающих территорий.

Россия обладает огромным потенциалом по использованию возобновляемых источников энергии в теплоснабжении. Одним из самых актуальных направлений реализации этого потенциала является использование в качестве топлива отходов от промышленных и аграрных производств, органики свалок и других [2, с. 57].

В итоге можно сделать вывод, что переход на возобновляемые источники энергии — это важный шаг для устойчивого развития экономики и улучшения качества жизни. Активное использование солнца, ветра, воды и биотоплива помогает сократить зависимость от привычных видов топлива, сделать энергоснабжение более надёжным и заметно уменьшить выбросы углекислого и парниковых газов.

Список источников

1. Ветроэнергетика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/>.
2. Карасевич В.А. Перспективы использования ВИЭ для нужд теплоснабжения в регионах РФ // Журнал СОК. 2021. №5. С. 56–58. – Режим

доступа: <https://www.c-o-k.ru/articles/perspektivy-ispolzovaniya-vie-dlya-nuzhdy-teplosnabzheniya-v-regionah-rf/>.

© Балдина С.С., Панкова Т.А., 2025

Обзорная статья
УДК 621

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

Дмитрий Станиславович Барабанов, студент¹

Научный руководитель – Наумова Ольга Валерьевна, к.т.н., доцент²

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

¹ dima2002sokol@mail.ru

² uunaumov@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается система автоматического поддержания необходимых параметров в системах отопления и вентиляции. Регулирование параметров зависит от множества факторов: типа здания, периодичности пребывания людей, наличия вредностей, режима работы здания.

Ключевые слова: отопление, вентиляция, автоматика, датчики, дистанционное управление.

Для цитирования: Барабанов Д.С. Автоматизация систем отопления и вентиляции // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.330

Review article

AUTOMATION OF HEATING AND VENTILATION SYSTEMS

Dmitry Stanislavovich Barabanov, Student¹

Scientific supervisor – Olga Valerievna Naumova, PhD, Associate Professor²

^{1,2} Saratov State Technical University named after Gagarina Yu.A. Saratov, Russia

¹ – dima2002sokol@mail.ru

² – uunaumov@mail.ru

Annotation. The article discusses the system of automatic maintenance of necessary parameters in heating and ventilation systems. The regulation of the parameters depends on many factors: the type of building, the frequency of people's stay, the presence of hazards, and the operating mode of the building.

Keywords: heating, ventilation, automation, sensors, and remote control.

For citation: Barabanov D.S. Automation of heating and ventilation systems// Fundamentals of Sustainable Environmental Management: Proceedings of the 11th National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.330

Система автоматики в отоплении и вентиляции – это комплекс технических средств, который предназначен для того, чтобы автоматически поддерживать заданные параметры микроклимата помещения, осуществлять дистанционный контроль за исправностью работы систем [2].

В системе вентиляции конструируются специальные щиты управления для автоматизированной работы. В первую очередь, если мы рассматриваем приточную установку, которая будет управляться с помощью щита управления, важно понимать, какой будет использоваться калорифер, ведь от этого определяется название щита: ЩУВВК (водяной калорифер) или ЩУВЭК (электрический калорифер). Автоматика в себя включает различные датчики, реле, частотные преобразователи, симисторные регуляторы и тд. Схема автоматизации системы вентиляции представлена на рис. 1.

Симисторные регуляторы и частотные преобразователи являются исполнительными устройствами и отвечают за скорость вращения рабочего колеса вентилятора, тем самым упрощают регулировку расхода воздуха, проходящего через вентилятор.

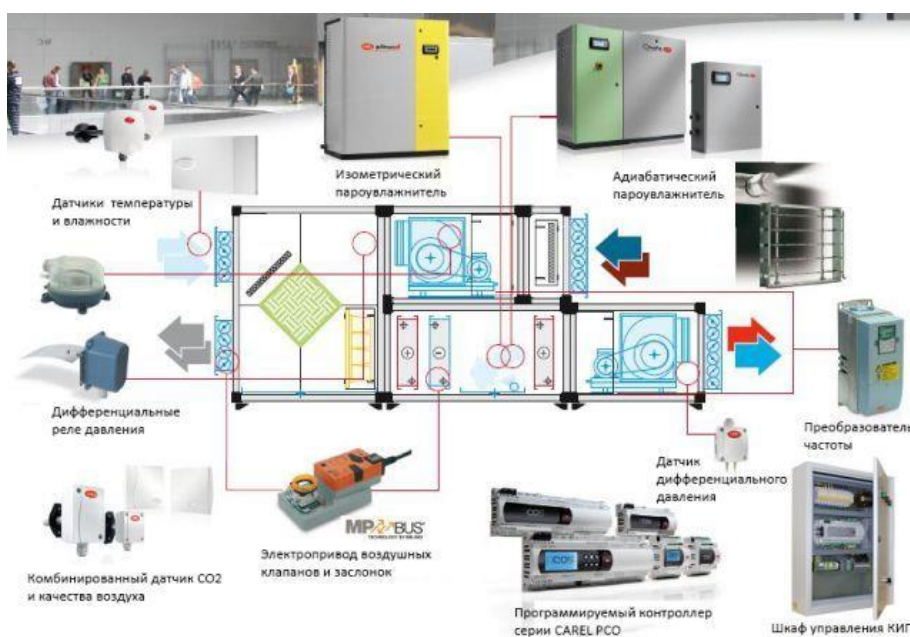


Рисунок 1 – Автоматизация систем вентиляции

К исполнительным устройствам также можно отнести приводы воздушных заслонок и клапанов, которые помогают регулировать расход воздуха, регуляторы увлажнителей и осушителей.

С помощью датчиков предлагается, определять температуру внутреннего и наружного воздуха, относительную влажность, давление в системе, расход воздуха или теплоносителя, концентрацию CO₂, пыли и других загрязняющих

веществ, по мимо этого существующую еще датчики, отвечающие за контроль определенных параметров, управление рекуперацией, защита от замораживания, диагностика неисправностей.

В автоматизированных системах вентиляции появляется расчет сечения кабелей и проводов для подключения определенного прибора, связанного с автоматизацией [1].

Также с данным разделом можно связать систему с переменным расходом воздуха или VAV систему. Вместо постоянной подачи воздуха, она будет регулировать объем подаваемого воздуха в каждое помещение, исходя из потребностей. Производительность вентиляторов в этом случае регулируется с помощью частотных преобразователей. Такие системы настраиваются на подачу различного количества воздуха в зависимости от режима эксплуатации зданий и помещений, присутствия людей, избытка влаги и углекислого газа. Возможна подача воздуха в определенные часы, например, в рабочее время, если здание административное или производственное, также возможна подача воздуха по зонам.

Что касается системы отопления, в ней в качестве управления приняты автоматизированные узлы. Автоматика в отоплении состоит из нескольких основных частей: исполнительные механизмы, панель управления, запорно-регулирующая арматура, контроллер и датчики температуры[4].

Исполнительные механизмы предполагают собой регулирующие клапана, насосы, горелки котла и др.

Контроллер - «голова» системы, которая обрабатывает данные с датчиков и управляет исполнительными механизмами.

Панель управления представляет собой отображение информации и настройку параметров.

У датчиков температуры принцип такой же, как и в вентиляции, они измеряют температуру наружного и внутреннего воздуха.

Таким образом, многие составляющие в системе отопления, также применяются в системе вентиляции и наоборот, единственный момент, что наименование компонента может различаться в зависимости от производителя, но при этом функция остается прежней, например, датчик температуры[3].

Основные цели автоматизации систем отопления и вентиляции:

- эффективность и экономичность использования ресурсов;
- упрощение управления системой;
- прогнозирование необходимости технического обслуживания;
- распределение и балансировка работы системы.

Правильная организация систем АОВ важна по многим причинам, именно поэтому автоматике нашли применения, как в гражданских и жилых помещениях, так и в производственных.

Список источников

1. Наумова, О.В. Повышение энергоэффективности инженерных систем отопления вентиляции и теплоснабжения. /О.В. Наумова, Б.П.Чесноков,

А.И. Кирюшатов, Е.В. Спиридонова Основы проектирования и расчета. Учебное пособие. ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов. Амирит. 2015. – 170с.

2. Наумова, О.В. Энергосберегающие технологии в системах теплогазоснабжения и вентиляции: учебное пособие для аудиторной и самостоятельной работы обучающихся учреждений высшего образования по направлению 08.03.01 – Строительство / О.В. Наумова, Д.С. Катков // Саратов. ООО «КУБиК». 108с.

3. Самаров, Е.В. Энергоэффективные системы отопления и вентиляции жилого дома // СОК, №1, 2023, С.100-104.

4. Автоматизация отопительных котельных : сборник / Ленинградский научно-исслед. ин-т Акад. коммун. хоз-ва им. К. Д. Панфилова. - Л. : Изд-во "Недра", 1961 - 1971. Вып. 6 / З. Я. Бейрах [и др.] ; под ред.: С. А. Чистовича, С. И. Мухина. - 280 с.

© Барабанов Д.С., 2025

Научная статья
УДК 621

ОЧИСТКА НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД ОТ НЕФТИ И ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАПОРНЫХ ГИДРОЦИКЛОНОВ

Андрей Валерьевич Бусарев, доцент, к.т.н.¹,

Ирина Геннадьевна Шешегова, старший преподаватель ²,

Андрей Витальевич Чернов, студент³

^{1,2,3} Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г.Казань, Россия

¹reder100@myrambler.ru

²ig-7@mail.ru

³chernov0andrey2000@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена вопросам очистки нефтесодержащих сточных вод. Для проведения исследований очистки нефтесодержащих сточных вод от нефти и взвешенных веществ была разработана экспериментальная установка, проведены исследования с использованием различных типов гидроциклонов. Полученные результаты позволили определить тип гидроциклона обеспечивающий наиболее высокий эффект очистки, а также оптимальные технологические параметры его работы.

Ключевые слова: нефтесодержащие сточные воды, очистка сточных вод от нефтепродуктов, очистка сточных вод от взвешенных веществ, установка очистки нефтесодержащих сточных вод, гидроциклон.

Для цитирования: Бусарев А.В., Шешегова И.Г. Чернов А.В. Очистка нефтесодержащих сточных вод от нефти и взвешенных веществ с

использованием напорных гидроциклонов // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.333

Original article

TREATMENT OF OIL-CONTAINING WASTEWATER FROM OIL AND SUSPENDED SOLID MATERIALS USING PRESSURE HYDROCYCLONES

Andrey Valeryevich Busarev, Associate Professor, PhD.¹

Irina Gennadyevna Sheshegova, Senior lecturer²,

Andrey Vitalievich Chernov, student³

^{1,2,3}Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russia

¹redner100@myrambler.ru

²ig-7@mail.ru

³chernov0andrey2000@gmail.com

Annotation. This article focuses on the treatment of oil-containing wastewater. To study the removal of oil and suspended solids from oil-containing wastewater, an experimental setup was developed and studies were conducted using various types of hydrocyclones. The results obtained allowed us to determine the type of hydrocyclone providing the highest treatment efficiency, as well as the optimal operating parameters.

Keywords: oil-containing wastewater, wastewater treatment from oil products, wastewater treatment from suspended solids, oil-containing wastewater treatment plant, hydrocyclone.

For citation: Busarev A.V., Sheshegova I.G., Chernov A.V. Treatment of oil-containing wastewater from oil and suspended solid materials using pressure hydrocyclones // Fundamentals of rational nature management: materials of the XI National conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2025, p.333

При добыче и предварительной подготовки сырой нефти образуется большое количество нефтесодержащих сточных вод (НСВ) [1,2]. НСВ сильно загрязнены нефтепродуктами, твердыми взвешенными веществами и растворенными минеральными солями. Это не позволяет осуществлять их сброс их в водоемы.

В Казанском государственном архитектурно-строительном университете (КГАСУ) для очистки НСВ были разработаны ряд аппаратов типа блок гидроциклон-отстойник (БГО).

Для дальнейшего совершенствования конструкции установок типа БГО необходимо исследовать процессы очистки НСВ в напорных гидроциклонах, работающих с противодавлением на сливах.

Целью работы являлась очистка нефтепромысловых сточных вод в напорных гидроциклонах с противодавлением на сливах

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

- изучить процессы очистки НСВ в напорных гидроциклонах с противодавлением на сливах;
- определить тип гидроциклона обеспечивающий наиболее высокий эффект очистки;
- определить влияние давления в напорных гидроциклонах на эффективность очистки.

Для проведения исследований процессов очистки НСВ в напорных гидроциклонах, работающих с противодавлением на сливах была разработана экспериментальная гидроциклонная установка ЭГУ-150, технологическая схема которой представлена на рисунке 1[3].

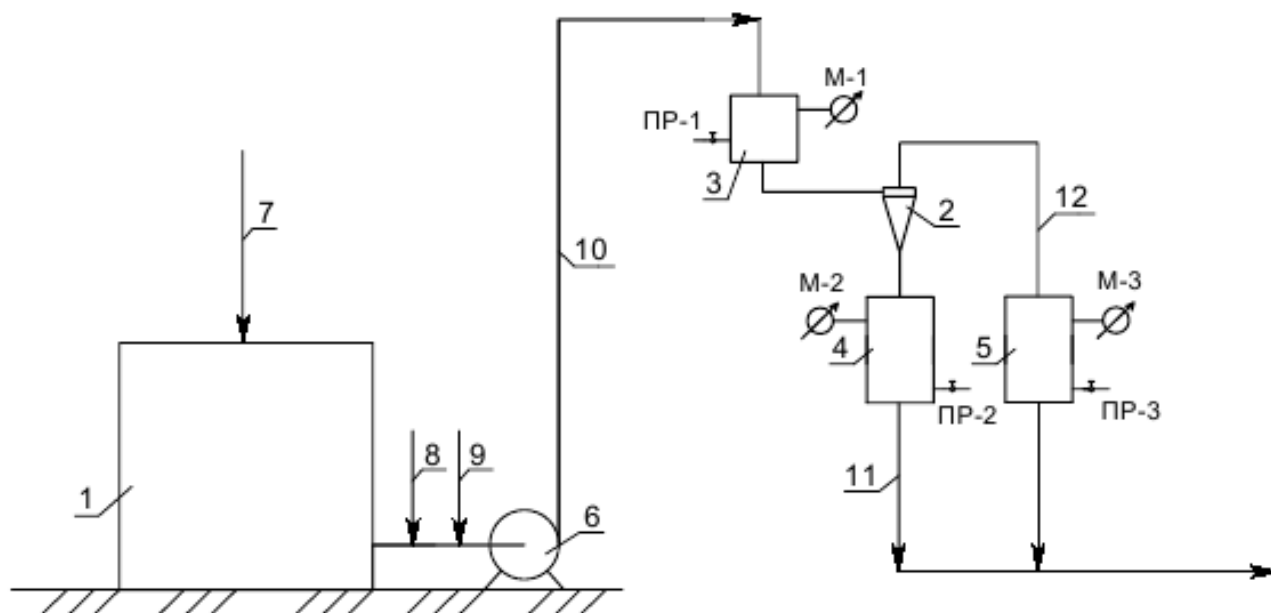


Рисунок 1 - Технологическая схема установки ЭГУ-150

1 – резервуар исходной пластовой воды; 2 – гидроциклон; 3 – успокоительная камера; 4 – напорная емкость нижнего слива; 5 – напорная емкость верхнего слива; 6 – насос; 7 – подача пластовой воды; 8 – подача нефтепродуктов; 9 – подача суспензии для загрязнения пластовой воды; 10 – подача НСВ; М-1, М-2 и М-3 – манометры; ПР-1, ПР-2 и ПР-3 – пробоотборники

Исследования проводились на гидроциклонах ГЦ-40-V, ГЦ-75-II, ГЦ-80-I и ГЦ-100-II. Геометрические параметры гидроциклонов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Тип гидроциклона	Диаметр, мм				Угол конусности, град	Высота цилиндри- ческой части, мм	Общая высота гидроциклона, мм
	гидроциклона	патрубка					
		входного	верхнего слива	нижнего слива			
ГЦ-40-V	40	15	15	10	5	15	525
ГЦ-75-II	75	20	20	18	5	15	730
ГЦ-80-I	80	20	20	10	5	80	745
ГЦ-100-II	100	20	20	15	5	20	1100

Концентрация нефти в сточной воде определялась фотометрическим способом [1], концентрация взвешенных веществ – весовым методом [10]. мг/л.

Расходы воды с нижнего и верхнего сливов определялись объемным методом [4].

Температура стоков определялась с помощью термометра с ценой деления 0,1°C [4].

Температура нефтесодержащих стоков находилась в пределах +19.7-20.3 °C.

В исходной воде концентрация нефти составляла 2742-3057 мг/л, взвеси – 177-220 мг/л.

Эффект очистки НСВ от нефти $\mathcal{E}_H$, %, определялся по формуле [5]:

$$\mathcal{E}_H = \frac{C_H^{\text{исх}} - C_H^{\text{н.сл.}}}{C_H^{\text{исх}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $C_H^{\text{исх}}$ – содержание нефти в исходной воде, мг/л;

$C_H^{\text{н.сл.}}$ – содержание нефти в воде с нижнего слива гидроциклонов, мг/л.

Эффект очистки НСВ от взвеси $\mathcal{E}_{\text{в.в.}}$, % определялся по формуле [2,6]:

$$\mathcal{E}_{\text{в.в.}} = \frac{C_{\text{в.в.}}^{\text{исх}} - C_{\text{в.в.}}^{\text{в.сл.}}}{C_{\text{в.в.}}^{\text{исх}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $C_{\text{в.в.}}^{\text{исх}}$ – содержание взвешенных веществ в исходной воде, мг/л;

$C_{\text{в.в.}}^{\text{в.сл.}}$ – концентрация взвеси в воде с верхнего слива гидроциклонов, мг/л.

Результаты исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты исследований

Тип гидроциклона	Температура стоков, °С	Давление, МПа		Концентрация нефтепродуктов, мг/л		$\Xi_{\text{н}}$, %
		на входе в гидроциклон	на сливах	$C_{\text{н}}^{\text{исх}}$	$C_{\text{н}}^{\text{н.сл.}}$	
1	2	3	4	5	6	7
ГЦ-40-V	19,8	2	1	3057	886	71
		3	1	2906	697	76
	20,1	4	1	2872	431	85
		4	2	2868	545	81
	19,9	5	2	2922	526	82
		5	3	3039	668	78
ГЦ-75-II	20,2	2	1	2742	1069	61
		3	1	3047	914	70
	20,0	4	1	2864	630	78
		4	2	2921	731	75
	19,7	5	2	3007	632	79
		5	3	2963	712	76
ГЦ-80-I	20,1	2	1	3010	1264	58
		3	1	2935	998	66
	20,3	4	1	2867	860	70
		4	2	2883	922	68
	20,0	5	2	3029	818	73
		5	3	2794	809	71
ГЦ-100-II	20,1	2	1	2875	1121	61
		3	1	2931	1055	64
	19,9	4	1	2824	903	68
		4	2	3039	1124	63
	20,0	5	2	3027	938	69
		5	3	2896	1014	65
	20,2	6	2	2903	813	72
		6	3	3055	948	69
		6	4	2908	960	67

Продолжение табл.2

Тип гидро-циклона	Концентрация взвеси, мг/л		$\Xi_{\text{в.в.}}$ %	Расход, л/с	
	$C_{\text{исх. в.в.}}$	$C_{\text{в.сл. в.в.}}$		через верхний слив	через нижний слив
1	8	9	10	11	12
ГЦ-40-V	216	114	47	0,3	0,145
	197	98	50	0,337	0,2
	183	86	53	0,4	0,2
	188	95	49	0,321	0,189
	204	94	54	0,335	0,211
	192	100	48	0,317	0,287
ГЦ-75-II	178	87	51	0,459	0,641
	184	84	54	0,531	0,812
	199	83	58	0,639	0,95
	211	99	53	0,583	0,645
	200	85	57	0,594	0,937
	181	87	52	0,555	0,881
ГЦ-80-I	189	87	54	1,078	0,481
	179	78	56	1,227	0,556
	194	79	59	1,458	0,589
	177	80	55	1,376	0,561
	193	77	60	1,62	0,618
	220	101	54	1,501	0,620
ГЦ-100-II	193	91	53	1,422	1,010
	187	80	57	1,481	1,033
	205	82	60	1,549	1,280
	201	92	54	1,516	1,026
	184	75	59	1,582	1,235
	190	86	55	1,532	1,061
	178	62	65	1,639	1,373
	203	79	61	1,620	1,326
	211	93	56	1,603	1,200

Содержание нефти в очищенной воде составила 431-1264 мг/л, взвеси – 73-114мг/л.

Анализ результатов исследований позволяет сделать следующие выводы:

1. Для очистки НСВ на нефтепромыслах следует использовать напорный цилиндрикоконический гидроциклон типа ГЦ-75-II, который при достаточно высокой эффективности обладает довольно значительной производительностью

2. Лучший результат очистки НСВ по нефти показал гидроциклон ГЦ-40-V 71-82%, а по взвеси – гидроциклон ГЦ-100-II – 53-65

3. Определено влияние давления в напорных гидроциклонах на эффективность очистки:

- рост давления увеличивает эффективность очистки в напорных гидроциклонах на 10-15 %, а также их производительность;

- с увеличением разности давления на входе в гидроциклоны растет эффективность работы этих аппаратов;

- рост противодавления на сливах гидроциклонов уменьшает эффективность их работы и производительность этих аппаратов.

Список источников

1. Миронов Е. А. Закачка сточных вод нефтяных месторождений в продуктивные и поглощающие горизонты. М.: Недра. 1976. 169с.

2. Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Мамаков И.Д. Исследование процессов глубокой очистки сточных вод с применением скорых напорных фильтров // Известия КГАСУ 2022, №1(59). С. 103-112. DOI: 10.52409/20731523_2022_1_103

3. Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Зинатуллин Р.Н. К вопросу очистки нефтепромысловых сточных вод // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XIV Национальной конференции с международным участием / Под ред. А.Н.Никишанова – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2024, с. 45-49

4. Адельшин А.Б., Селюгин А.С., Гареев Б.М., Ш.Г. Манвелян Исследования процессов очистки поверхностных стоков // Вода: Химия и экология. – 2014. - №8 (74) – с.113-117.

5. Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Тазмиева И.Н. Исследования процесса подготовки технической воды для заводнения нефтеносных горизонтов с использованием напорных гидроциклонов // Известия КГАСУ. 2018. №3(45) С.162-170.

6. Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Ефремова Р.Ю. К вопросу удаления из природных вод нефтепродуктов методом сорбции // Известия КГАСУ. 2019. №4(50) С.313-319.

© Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Чернов А.В., 2025

АВТОМАТ АВАРИЙНОГО ЗАКРЫТИЯ КРАНА ДЛЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ПРОМЫСЛОВЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Анна Владиславовна Горбачева, магистр 2 курса¹,

Татьяна Васильевна Федюнина, к.т.н., доцент²

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

¹Hetta_888@mail.ru

²t.fediunina2010@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены виды безопасного газоснабжения объектов, а так же классификация и область применения ААЗК в газоснабжении.

Ключевые слова: Автомат аварийного закрытия крана, газопроводы, эксплуатация магистральных трубопроводов.

Для цитирования: Горбачева А.В., Федюнина Т.В. Автомат аварийного закрытия крана для магистральных, технологических и промышленных газопроводов // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.340

Review article

AUTOMATIC EMERGENCY CLOSING OF TAPS FOR MAIN, TECHNOLOGICAL, AND INDUSTRIAL GAS PIPELINES

Anna Vladislavovna Gorbacheva, 2nd year master student¹,

Tatyana Vasilyevna Fedyunina, PhD, Associate Professor²

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

¹Hetta_888@mail.ru

²t.fediunina2010@yandex.ru

Abstract. The article discusses the types of safe gas supply for objects, as well as the classification and application of automatic emergency shut-off valves in gas supply.

Keywords: Automatic emergency shut-off valve, gas pipelines, operation of main pipelines.

For citation: Gorbacheva A.V., Fedyunina T.V. Automatic Emergency Shut-Off Valve for Main, Process, and Field Gas Pipelines // Fundamentals of Sustainable

Газопроводные сети играют ключевую роль в обеспечении энергетической безопасности государства и являются важной частью транспортной инфраструктуры. Для предотвращения крупных аварий и снижения рисков экологического ущерба разработаны специальные устройства автоматического закрытия кранов, называемые автоматами аварийного закрытия крана (ААЗК) (рис.1).



Рисунок 1 – Автомат аварийного закрытия кранов (ААЗК)

Автомат аварийного закрытия кранов (ААЗК) предназначен для автоматической подачи импульса давления газа на закрытие линейной запорной арматуры для отключения участков магистрального газопровода (МГП) при аварии и аварийных ситуациях.

Эти устройства позволяют оперативно прекращать транспортировку газа в случаях обнаружения аномалий давления, разгерметизации трубопровода либо выхода из строя другого оборудования.

Установка ААЗК используется на объектах газовой промышленности, связанных с добычей или транспортировкой газа, в состав которого входят агрессивные компоненты, например, сероводород, предусмотрена нормативными требованиями.

В случае превышении заданной скорости падения давления газа в газопроводе до или после крана ААЗК обеспечит закрытие крана.

ААЗК устанавливается в местах расположения шаровых кранов.

Существуют 2 типа ААЗК: механические, электронные. До недавнего времени ААЗК были только механическими. Регулировка установки срабатывания в таких ААЗК выполнялась специальным калибровочным вентилем. Преимущество механических ААЗК - полная автономность от системы электропитания. Недостаток механических ААЗК - большие расходы на эксплуатацию, техническое обслуживание, калибровку и настройку этих сложных механических систем.

Более подробно рассмотрим конструктивные особенности, принципы функционирования и эффективность использования автоматов аварийного закрытия кранов применительно к различным типам газопроводов.

Современные газотранспортные системы представляют собой сложную инфраструктуру, включающую сотни тысяч километров магистральных и распределительных сетей, обеспечивающих доставку газа от месторождений до конечных потребителей. Высокая степень ответственности и рискованность эксплуатации газопроводов требуют внедрения современных решений для оперативного контроля и защиты оборудования от аварийных ситуаций. Одним из ключевых элементов такого решения является автомат аварийного закрытия крана (ААЗК), предназначенный для мгновенного прекращения движения газа при возникновении опасности разрушения трубопровода или нарушения нормальных условий эксплуатации.

Автоматы аварийного закрытия классифицируются следующим образом:

- По типу конструкции: шаровые краны, задвижки, клапаны обратного хода.
- По назначению: магистральный газопровод, технологическая сеть, промысловая добыча газа.
- По методу привода: электрический, пневматический, гидравлический.

Основные области применения ААЗК включают следующие типы газопроводов:

- Магистральные газопроводы: предназначены для транспортировки больших объемов газа на значительные расстояния.
- Технологические газопроводы: обслуживают производственные комплексы, заводы по переработке газа, станции сжатия и хранения.
- Промысловые газопроводы: транспортируют природный газ от добывающих скважин до перерабатывающих предприятий и распределительной инфраструктуры.

Основной компонент ААЗК — запорный орган (шаровая заслонка), управляемый исполнительным механизмом (приводом). Приводы бывают трех типов:

- Электрические приводы: применяются там, где имеется доступ к электрической энергии и требуются высокая скорость реакции и точность позиционирования.
- Пневматические приводы: работают за счет сжатого воздуха, обеспечивая быстрое закрытие клапана.
- Гидравлические приводы: используют гидродинамическую энергию жидкости, обладают высокой мощностью и устойчивостью к воздействию окружающей среды.

Процесс работы ААЗК начинается с активации системы сигнализации, фиксирующей отклонение рабочих параметров от нормы (например, резкое падение давления газа). Сигнал передается на блок управления, который

автоматически запускает процесс закрытия крана посредством исполнительного механизма.

Для повышения надежности работы ААЗК оснащаются системами мониторинга и диагностики, выполняющими следующие функции:

- Контроль основных параметров трубопровода (давление, температура, расход газа).
- Анализ вибраций и акустических сигналов, свидетельствующих о повреждениях трубы.
- Диагностика технического состояния самого автомата (износ деталей, неисправности механизмов).

Эти меры позволяют своевременно выявлять возможные проблемы и предотвращать серьезные инциденты.

Необходимо обратить внимание на некоторые особенности эксплуатации ААЗК:

- ложное срабатывание - длительное время (месяцы или годы) автомат находится во взведенном состоянии (клапан заперт), что не исключает медленного протекания газа через запорный орган вследствие недостаточной его герметичности или вследствие образования микротрещин при длительной эксплуатации, и может привести к ложному срабатыванию ААЗК при перетекании критического объема газа;

- неработоспособность - если пара седло-клапан хорошо притерты, возможна диффузия материалов подвижной пары, что ведет к ее спеканию и потере подвижности, а, следовательно, неработоспособности ААЗК.

В связи с этим, эксплуатация и обслуживание ААЗК требует соблюдения следующих рекомендаций:

- Регулярная проверка работоспособности датчиков и исполнительных устройств.
- Периодическое тестирование автоматики и программного обеспечения.
- Своевременная замена изношенных комплектующих.
- Обучение персонала правилам эксплуатации и ремонта.

Правильная эксплуатация и регулярное техническое обслуживание существенно повышают надежность и эффективность ААЗК.

Автоматы аварийного закрытия крана играют важную роль в обеспечении безопасной эксплуатации газопроводов различных категорий. Благодаря своим техническим характеристикам и эксплуатационным возможностям, ААЗК способствуют значительному снижению риска серьезных аварий и экологической угрозы. Дальнейшее развитие технологий позволит повысить быстродействие и точность действий ААЗК, что обеспечит дополнительную защиту жизни и здоровья населения, а также сохранит окружающую среду.

Список источников:

1. Фёдоров В.Д., Никитин А.Ю. «Проектирование и эксплуатация газопроводов». Москва: Инфра-М, 2021 г.

2. Корнеев А.Е., Николаев Ф.Л. «Конструкция и работа трубопроводной арматуры». Санкт-Петербург: Политехника, 2022 г. ГОСТ Р 54983-2012 «Методика расчёта пропускной способности газопроводов».

3. Мельников П.Р., Сергеев А.Ф. «Безопасность трубопроводных систем», журнал «Нефтегазовое дело», №3, 2020 г.

4. Чеснокова Е.Б., Семенов В.И. «Диагностика состояния трубопроводных магистралей», Энергетика и промышленность России, №11, 2021 г.

5. Калмыков Н.Т., Сидоров Б.В. «Анализ эффективности защитных мероприятий на магистральных газопроводах», Труды Московского энергетического института, №2, 2022 г.

© Горбачева А.В. , Федюнина Т.В., 2025

Научная статья
УДК 644.1

ВЛИЯНИЕ УСТАНОВКИ РАДИАТОРНЫХ ТЕРМОРЕГУЛЯТОРОВ НА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ МНОГОКВАРТИРНОГО ДОМА

Ярослав Андреевич Гужвин, магистр 2 курса¹,
Татьяна Васильевна Федюнина, к.т.н., доцент²

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

¹yaroslav.guzhvin@inbox.ru

²t.fediunina2010@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние установки радиаторных терморегуляторов на энергопотребление в многоквартирных жилых домах. Проанализированы принцип работы, типы терморегуляторов и потенциальная экономия тепловой энергии. На основе данных из различных источников показано, что внедрение индивидуального автоматического регулирования теплоотдачи отопительных приборов позволяет достичь снижения потребления тепловой энергии на 10–50 % в зависимости от типа системы, вида терморегуляторов и режима эксплуатации. Освещены организационные и технические аспекты внедрения, включая необходимость принятия решения на общем собрании собственников и важность оснащения системы отопления байпасными перемычками.

Ключевые слова: терморегулятор, радиатор, энергопотребление, многоквартирный дом, экономия тепла, энергоэффективность, автоматическое регулирование.

Для цитирования: Гужвин Я.А., Федюнина Т.В. Влияние установки радиаторных терморегуляторов на энергопотребление многоквартирного дома

// Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.344

Original article

THE IMPACT OF INSTALLING RADIATOR THERMOSTAT REGULATORS ON THE ENERGY CONSUMPTION OF AN APARTMENT BUILDING

**Yaroslav Andreevich Guzhvin, 2nd year master student¹,
Tatiana Vasilyevna Fedyunina, PhD, Associate Professor²**

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

¹yaroslav.guzhvin@inbox.ru

²t.fediunina2010@yandex.ru

Abstract. The article examines the impact of installing radiator thermostats on energy consumption in apartment buildings. It analyzes the principle of operation, types of thermostats, and potential savings in thermal energy. Based on data from various sources, it shows that the implementation of individual automatic regulation of the heat output of heating devices can lead to a reduction in thermal energy consumption by 10-50%, depending on the type of system, the type of thermostats, and the operating mode. The article also covers the organizational and technical aspects of implementation, including the need for a decision at a general meeting of owners and the importance of equipping the heating system with bypasses.

Keywords: thermoregulator, radiator, energy consumption, apartment building, heat saving, energy efficiency, automatic regulation.

For citation: Guzhvin Ya.A., Fedyunina T.V. Influence of Installation of Radiator Thermoregulators on Energy Consumption of an Apartment Building // Fundamentals of Sustainable Natural Resource Management: Proceedings of the 11th National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.344

Радиаторный терморегулятор (термостат) – это устройство, состоящее из двух основных элементов: термостатического клапана, устанавливаемого на подающей трубе перед радиатором, и термоголовки, содержащей чувствительный элемент (рис.1)

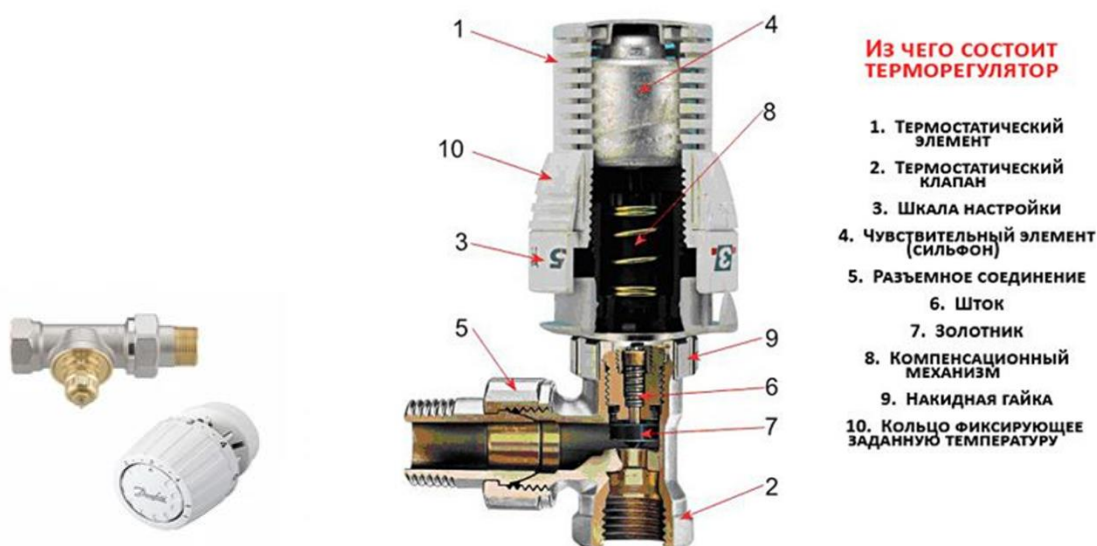


Рисунок 1 – Комплект терморегулятора

Внутри термоголовки находится сильфон – гофрированный резервуар, заполненный термочувствительной средой (газом или жидкостью). При повышении температуры воздуха в помещении вещество в сильфоне расширяется, что приводит к увеличению его объема. Сильфон воздействует на шток клапана, который, перемещаясь, уменьшает проходное сечение и ограничивает поток теплоносителя через радиатор. При охлаждении воздуха процесс происходит в обратном порядке: сильфон сжимается, шток поднимается, и поток теплоносителя увеличивается [4]. Данный процесс является полностью автономным и не требует вмешательства пользователя.

На рынке представлены три основных типа термостатических головок: ручные терморегуляторы, механические (автоматические) терморегуляторы, электронные терморегуляторы (табл.1).

Таблица 1 – Классификация терморегуляторов

Тип регулятора	Принцип действия	Потенциальная экономия	Основные преимущества
Ручной	Механическая регулировка вентилем	До 10%	Низкая стоимость, простота
Механический	Автоматическое регулирование с помощью сильфона	15–20% (до 31–36% для улучшенных моделей)	Автономность, оптимальное соотношение цены и эффективности
Электронный	Программируемое регулирование с помощью микропроцессора	До 40%	Высокая точность, программируемость, максимальная экономия

Установка терморегуляторов позволяет добиться значительного снижения потребления тепловой энергии за счет нескольких факторов:

ликвидации «перетоков», учета теплоступлений от солнечной радиации и бытовых приборов, а также снижения воздухообмена в помещениях [9].

Реальная экономия от внедрения терморегуляторов подтверждается данными с различных объектов: как показывают исследования, оснащение отопительных приборов индивидуальными автоматическими термостатами позволяет уменьшить расход тепловой энергии на отопление на 10–20 % [9]. При этом ручное регулирование с помощью обычных вентилей дает экономию лишь 4–9 % [9]. Сравнительный анализ эффективности разных типов термостатических головок показывает, что механические модели с жидкостным наполнением позволяют сократить расходы на 31 %, с газовым – на 36 %, а современные электронные программируемые термостаты обеспечивают экономию до 40 % [2]. Важным аспектом является поведенческий фактор. Снижение температуры в помещении на 1 °С позволяет сэкономить 5–7 % затрат на отопление. Программируемые термостаты дают возможность автоматически снижать температуру на ночь или на время отсутствия, что дополнительно увеличивает экономический эффект.

Максимальная эффективность достигается при комплексном подходе, когда индивидуальное регулирование на радиаторах дополняется автоматизацией узла управления в индивидуальном тепловом пункте (ИТП) всего здания. В таком случае совокупная экономия тепловой энергии может достигать 25–35 % [6].

Установка терморегуляторов относится к компетенции собственников помещений. Инициировать установку может любой собственник, однако решение принимается на общем собрании собственников большинством голосов [3]. Важно отметить, что существует возможность компенсации до 80 % расходов на оборудование и монтаж за счет государственной поддержки, предоставляемой Фондом содействия развитию ЖКХ [1].

Помимо прямой экономии энергоресурсов, установка терморегуляторов существенно повышает тепловой комфорт в помещениях. Возможность индивидуальной настройки температуры для каждой комнаты позволяет создать оптимальный микроклимат: более прохладную температуру в спальнях (18–19 °С) и более теплую в жилых комнатах (20–22 °С) [7]. Это особенно важно для семей с детьми и людей с особыми потребностями в температурном режиме.

Расчеты показывают, что срок окупаемости установки механических терморегуляторов в типовой двухкомнатной квартире составляет от 1 до 3 отопительных сезонов [2]. Для электронных программируемых моделей срок окупаемости может увеличиваться до 3–5 лет, однако их потенциал экономии значительно выше. При использовании программ софинансирования из государственных фондов срок окупаемости может сокращаться до 1 года [1].

Список источников:

1. Терморегулятор поможет экономить деньги жильцов // Петровский городской округ. – URL: <http://petrgosk.ru/ob-okruga/novosti/5777/> .

2. Как термостаты помогут сэкономить на отоплении загородного дома // [Termostat.ru](https://termostat.ru/articles/kak-termostaty-pomogut-sekonomit-na-otoplenii-zagorodnogo-doma/). – 2025. – URL: <https://termostat.ru/articles/kak-termostaty-pomogut-sekonomit-na-otoplenii-zagorodnogo-doma/>.
3. Батареи с терморегуляторами – общедомовое имущество // [Gkhnews.ru](https://gkhnews.ru/1490266-batarei-s-termoregulyatorami-obshhedomovoe-imushchestvo/). – URL: <https://gkhnews.ru/1490266-batarei-s-termoregulyatorami-obshhedomovoe-imushchestvo/>.
4. Как работает терморегулятор на батарее отопления // [Dg-home.ru](https://dg-home.ru/blog/kak-rabotaet-termoregulyator-na-bataree-otopleniya_b899787/). – 2022. – URL: https://dg-home.ru/blog/kak-rabotaet-termoregulyator-na-bataree-otopleniya_b899787/.
5. Повышение энергоэффективности многоквартирных домов // АВОК. – URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4672.
6. Терморегуляторы для батарей отопления // [Tion.ru](https://tion.ru/blog/termoregulatory-dlya-radiatorov-otopleniya/). – 2024. – URL: <https://tion.ru/blog/termoregulatory-dlya-radiatorov-otopleniya/>.
7. Как регулируется подача тепла в МКД // Считаю Тепло Вместе. – 2023. – URL: https://www.xn-----6kckmbcat8aifxmneej7f.xn--plai/news/kak_reguliruetsya_podacha_tepla_v_mkd/.
8. Установка радиаторных термостатов // Энергосовет. – URL: <http://www.energosovet.ru/entech.php?idd=24>
9. Регулируем и экономим // Делаем ВМЕСТЕ!. – 2022. – URL: <https://www.vmeste.lv/dlia-doma/2663-reguliruem-i-ekonomim.html>.

© Гужвин Я.А., Федюнина Т.В., 2025

Научная статья
УДК 697.34

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЦЕНТРАЛИЗОВАННОМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ НА ОСНОВЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Дарья Алексеевна Ивлиева, магистр 2 курса¹,
Татьяна Васильевна Федюнина, к.т.н., доцент²

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

¹darjaivlieva70@gmail.com

²t.fediunina2010@yandex.ru

Аннотация. Рассматриваются современные проблемы и перспективы развития централизованных систем теплоснабжения в городах, включая вопросы износа оборудования, тепловых потерь и эффективности использования топлива. Особое внимание уделяется внедрению энергосберегающих технологий, в частности тепловых насосов, и их интеграции с газотурбинными установками в комбинированных теплопроизводящих системах. Описываются принципы работы тепловых

насосов и преимущества новой технологической схемы, направленной на снижение затрат топлива и уменьшение выбросов загрязняющих веществ. Анализируются возможности применения тепловых насосов большой мощности для повышения энергоэффективности и надежности теплоснабжения в условиях российских городов.

Ключевые слова: теплоснабжение, тепловой насос, энергоэффективность, энергосбережение, тепловые потери.

Для цитирования: Ивлиева Д.А., Федюнина Т.В. Энергосберегающие технологии в централизованном теплоснабжении на основе тепловых насосов // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.348

Original article

ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES IN CENTRALIZED HEAT SUPPLY BASED ON THERMAL PUMPS

Daria Alekseevna Ivlieva, 2nd year master student¹,

Tatiana Vasilyevna Fedyunina, PhD, Associate Professor²

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

¹darjaivlieva70@gmail.com

²t.fediunina2010@yandex.ru

Abstract. This article discusses the current problems and prospects for the development of centralized heat supply systems in cities, including issues related to equipment wear, heat losses, and fuel efficiency. Special attention is paid to the introduction of energy-saving technologies, in particular, heat pumps, and their integration with gas-turbine units in combined heat-generating systems. The principles of operation of heat pumps and the advantages of a new technological scheme aimed at reducing fuel costs and emissions of pollutants are described. The possibilities of using high-capacity heat pumps to improve energy efficiency and reliability of heat supply in Russian cities are analyzed.

Key words: heating, heat pump, energy efficiency, energy saving, and heat loss.

For citation: Ivlieva D.A., Fedyunina T.V. Energy-saving technologies in centralized heat supply based on heat pumps // Fundamentals of Sustainable Natural Resource Management: Proceedings of the 11th National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.348

Инженерные коммуникации, к которым относятся теплоснабжение, водоснабжение, электроснабжение и газоснабжение, составляют основу современной городской инфраструктуры, создавая комфортные условия для труда и проживания населения [3]. В регионах с суровым климатом

первостепенное значение приобретает система обогрева. В настоящее время города преимущественно используют централизованные системы отопления и горячего водоснабжения, ключевыми компонентами которых выступают теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), а также газотурбинные (ГТУ) и паротурбинные (ПТУ) установки. Данные объекты обеспечивают комбинированную генерацию тепловой и электрической энергии, что существенно увеличивает общий КПД использования энергоресурсов. Ключевым достоинством централизованного теплоснабжения считается его высокая термодинамическая эффективность. Совместное производство тепла и электроэнергии на ТЭЦ демонстрирует значительно более высокий коэффициент полезного действия по сравнению с раздельной выработкой на классических котельных и конденсационных электростанциях. Если суммарный КПД отдельной электростанции и котельной составляет приблизительно 60% (35% и 80% соответственно), то у когенерационных установок этот показатель может достигать и даже превышать 90%.

Несмотря на это, современные централизованные системы теплоснабжения сталкиваются с рядом существенных вызовов, среди которых:

1. Сильная степень износа оборудования ТЭЦ и котельных;
2. Значительные потери тепловой энергии в магистральных трубопроводах;
3. Высокая стоимость применяемого топлива;
4. Регулярные аварийные ситуации и большие эксплуатационные расходы теплосетей;
5. Сбои в гидравлических режимах, приводящие к неравномерному обогреву зданий («перетопы» и «недотопы»).

Для увеличения эффективности централизованных систем требуется комплексное решение научно-технических задач. Наиболее важными направлениями считаются минимизация теплопотерь, повышение качества теплоснабжения, а также рационализация расходования топливных ресурсов. Одним из действенных способов модернизации является адаптация зарубежного опыта, в частности – использование тепловых насосов, которые обеспечивают экономичное и энергоэффективное теплоснабжение.

Тепловой насос представляет собой экологичную и компактную систему, способную обеспечивать отопление и ГВС, используя низкопотенциальную теплоту из окружающей среды. Его функционирование базируется на переносе тепловой энергии от холодного источника к более нагретой среде посредством хладагента. Хладагент испаряется при низком давлении, затем сжимается в компрессоре, что приводит к росту его температуры, и, конденсируясь в теплообменнике под высоким давлением, отдает тепло. Эффективность работы оценивается коэффициентом преобразования – отношением произведенной тепловой энергии к потребленной электрической.

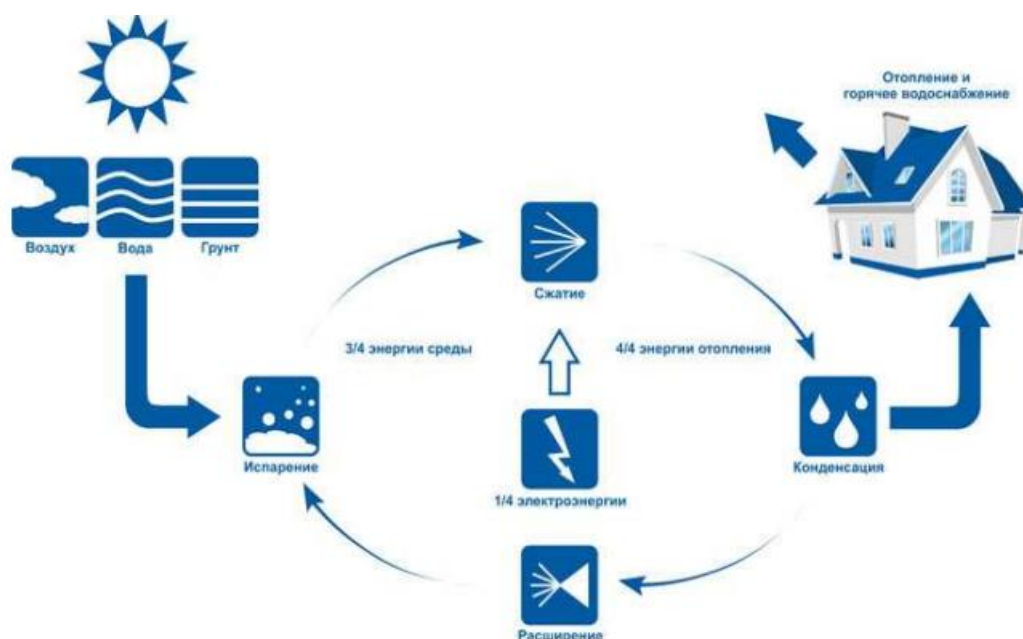


Рисунок 1 - Принцип работы теплового насоса

Базовая конструкция теплового насоса включает: испаритель, компрессор, конденсатор и расширительный вентиль, объединенные в замкнутый контур. Хладагент, переходя в парообразное состояние, аккумулирует теплоту из окружающей среды (грунт, вода, воздух, техногенные жидкости), после чего, будучи сжатым в компрессоре, нагревается и передает тепловую энергию системе отопления или ГВС, затем снова конденсируется и возвращается в испаритель, замыкая цикл (рис.1).

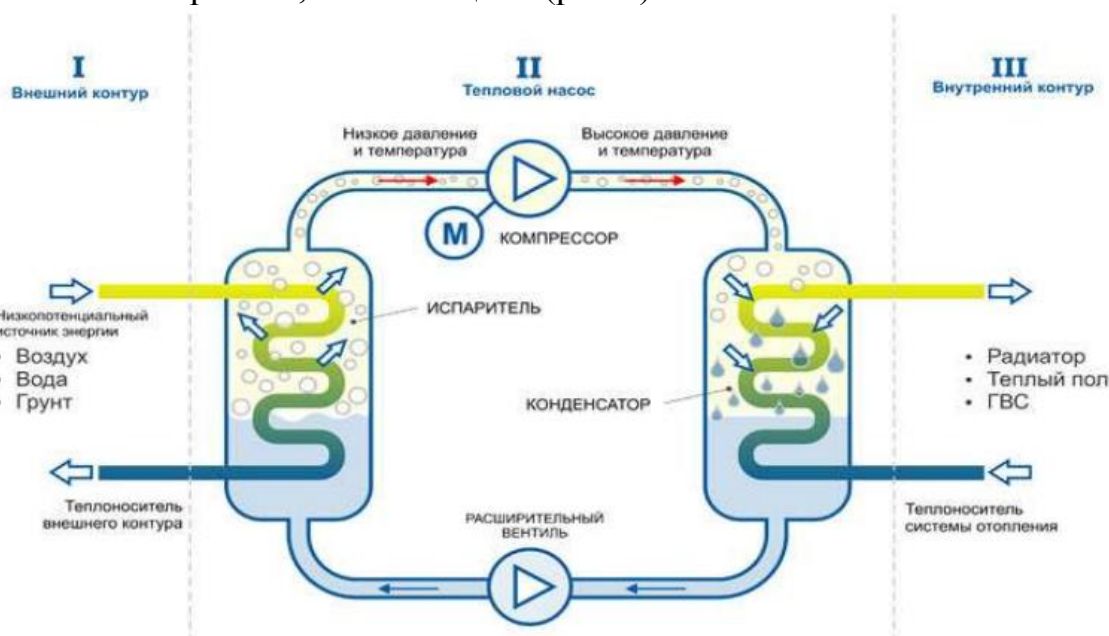


Рисунок 2 - Принцип и рабочий цикл теплового насоса

Система теплового насоса функционирует на основе трех контуров: внешнего (источник низкопотенциального тепла), среднего (контур хладагента) и внутреннего (отопление и ГВС) (рис.2). Внешний контур может включать теплообменники, размещенные в грунте, водоемах или других источниках.

Второй контур содержит основные элементы установки – испаритель, компрессор, конденсатор и систему автоматического управления. Третий контур состоит из оборудования конечного пользователя – радиаторов, систем «тёплый пол», бойлеров и т.д. [1].

Во многих технологически развитых государствах тепловые насосы, особенно малой мощности (до 100 кВт), нашли широкое применение благодаря своей надежности, компактности и способности функционировать при низких температурах. Однако для масштабов России более актуальными представляются мощные ТНУ (до 30 МВт и выше), которые позволяют модернизировать централизованное теплоснабжение мегаполисов, характеризуясь меньшими удельными капиталовложениями и компактным размещением.

Основным препятствием для массового распространения ТНУ в России является низкая стоимость природного газа, из-за чего сроки окупаемости тепловых насосов оказываются чрезмерно длительными. Вместе с тем, прогнозируемый рост цен на газ в перспективе может повысить экономическую привлекательность тепловых насосов [2].

Наиболее целесообразно применять ТНУ для организации отопления и горячего водоснабжения, поскольку при относительно невысокой температуре теплоносителя экономия топлива становится наиболее ощутимой.

Для привода компрессоров в мощных ТНУ рационально использовать газотурбинные установки (ГТУ), которые обеспечивают регулируемую мощность и эффективную передачу тепла через утилизацию отходящих газов.

Одним из перспективных вариантов является комбинированная установка, включающая ГТУ, котёл-утилизатор и парокомпрессионный тепловой насос [3]. Согласно этой схеме, отходящие газы из ГТУ направляются в дополнительную камеру сгорания, где при необходимости производится дожиг топлива. Затем газы поступают в водогрейный котёл, где происходит окончательный нагрев воды, предварительно подогретой тепловым насосом.

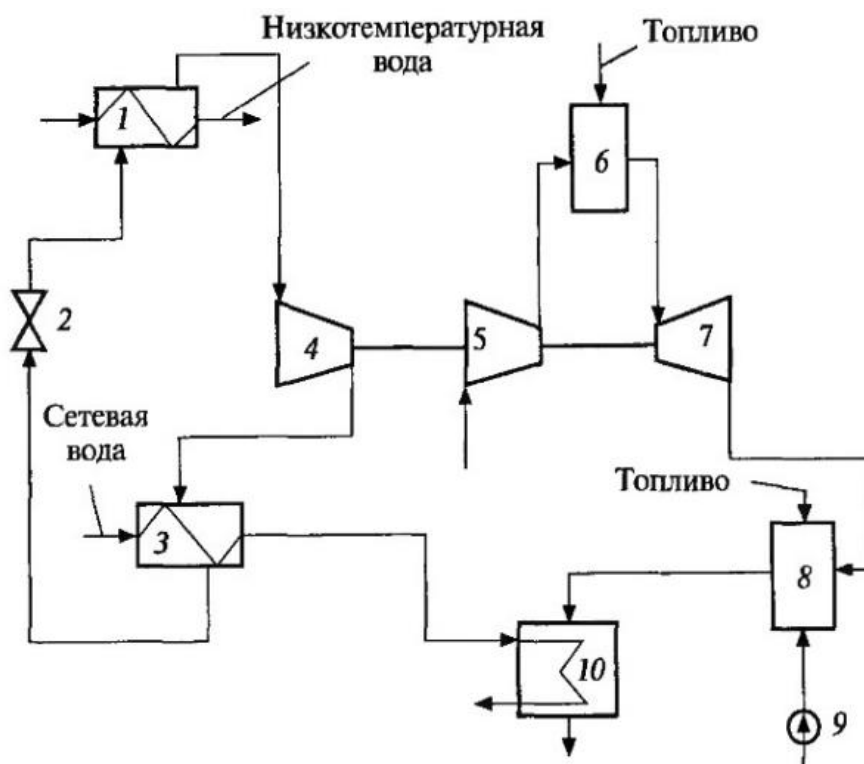


Рисунок 3- Технологическая схема комбинированной установки

1 - испаритель теплового насоса; 2 – дроссель; 3 – конденсатор теплового насоса; 4 – компрессор теплового насоса; 5 – воздушный компрессор; 6 – основная камера сгорания; 7 – газовая турбина; 8 – дополнительная камера сгорания; 9 – воздуходуватель; 10 – водогрейный котел-утилизатор.

Тепло низкопотенциального источника (например, низкотемпературной воды, при наличии рядом проточного водоема) в испарителе 1 передается рабочему телу теплового насоса (фреону), которое испаряется, приобретая низкие параметры давления и температуры, и сжимается в компрессоре 4 с увеличением энтальпии и температуры за счет работы сжатия. После компрессора пар высокого давления поступает в конденсатор 3, где конденсируется при повышенной температуре, нагревая сетевую воду. Далее конденсат проходит через дроссельный клапан, где его давление падает, происходит частичное испарение рабочего тела с одновременным снижением температуры. После дроссельного клапана хладагент возвращается в испаритель. Сетевая вода, нагретая в конденсаторе 3, поступает в водогрейный котел-утилизатор 10, где доводится до требуемой потребителем температуры.

Газотурбинная установка состоит из воздушного компрессора 5, камеры сгорания 6 и газовой турбины 7. Выхлопные газы из турбины поступают в дополнительную камеру сгорания 8, где при необходимости сжигается дополнительное топливо. После этого продукты сгорания направляются в водогрейный котел-утилизатор 10, где отдают тепло сетевой воде, и затем выбрасываются в атмосферу (рис.3).

Однако наличие в системе дополнительной камеры сгорания и котла-утилизатора приводит к перерасходу топлива и увеличению выбросов загрязняющих веществ.

Альтернативным методом повышения энергоэффективности является схема, в которой газы от ГТУ напрямую используются для нагрева сетевой воды газосетевым подогревателем (рис.4).

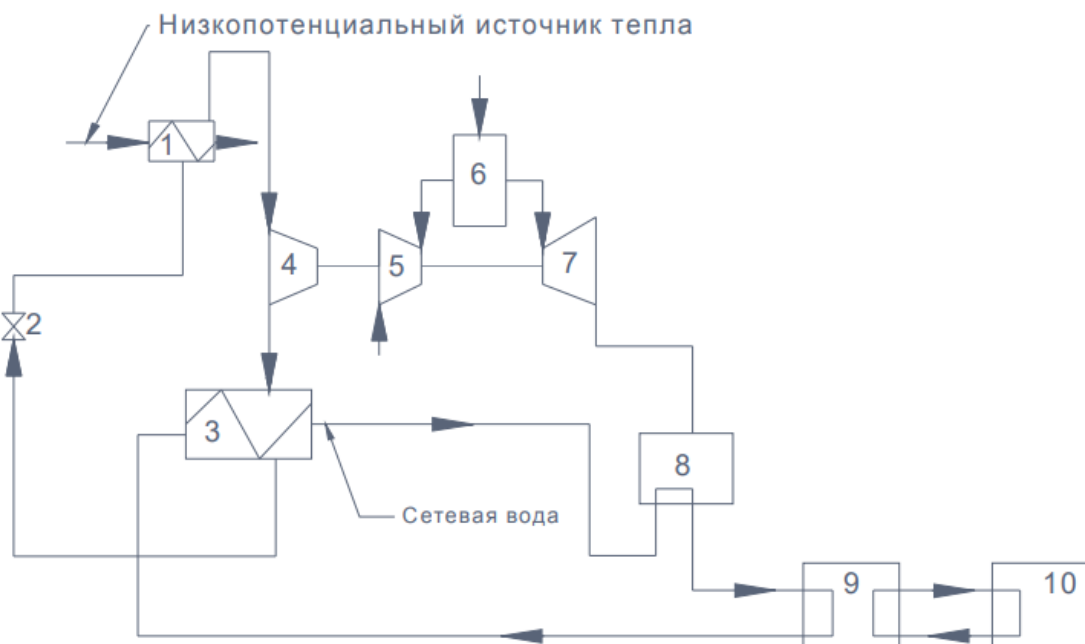


Рисунок 4 - Технологическая схема комбинированной установки

1 - испаритель теплового насоса; 2 – дроссель; 3 – конденсатор теплового насоса; 4 – компрессор теплового насоса; 5 – воздушный компрессор; 6 – основная камера сгорания; 7 – газовая турбина; 8 – газосетевой подогреватель; 9 – удаленный тепловой пункт (котельная, оборудованная тепловым насосом); 10 – потребитель.

Принцип работы установки заключается в следующем. Нагрев прямой сетевой воды от центрального теплового пункта до удаленного теплового пункта осуществляется в газосетевом подогревателе 8 уходящими газами из газовой турбины 7. Вода, нагретая в газосетевом подогревателе примерно до 60 °С, поступает в удаленный тепловой пункт 9, в нашем случае – в котельную, переоборудованную для работы с тепловым насосом. Здесь тепло сетевой воды отбирается фреоном, который при этом испаряется. Затем парообразный фреон сжимается компрессором, поступает в конденсатор, после чего дросселируется. В конденсаторе в процессе конденсации фреона происходит нагрев до более высокой температуры (в соответствии с потребностями) внутриквартальной сетевой воды, идущей на отопление. Качественное регулирование температуры может осуществляться путем изменения режима работы компрессора теплового насоса, давления в системе и подбором соответствующего типа фреона. Далее, в случае открытой системы теплоснабжения, вода, остывшая до 45-55 °С, может быть использована для нужд ГВС, а затем по обратной магистрали, смешиваясь с холодной подпиточной водой, возвращаться на котельную для последующей циркуляции. Остывшая сетевая вода из прямой тепловой магистрали поступает в конденсатор 3, где подогревается теплом от возобновляемого источника, аккумулированного испарителем теплового насоса 1 и преобразованного в компрессоре 4, что снижает энергозатраты на нагрев

воды отходящими газами от ГТУ. Таким образом, при применении данной технологической схемы достигается большая экономичность, и, следовательно, количество выбросов вредных веществ, так как в схеме отсутствуют котел-утилизатор и дополнительная камера сгорания, приводящие к более высоким затратам. Более того снижаются тепловые потери на трубопроводе прямой сетевой воды и как следствие уменьшается износ трубопроводов за счет меньшей температуры циркулирующего теплоносителя, а качественное регулирование тепловым насосом внутриквартальной воды может устранить проблемы «перетопов» и «недотопов».

Таким образом, применение данной технологической схемы позволяет достичь большей экономической эффективности и снизить объем вредных выбросов, поскольку в схеме отсутствуют котел-утилизатор и дополнительная камера сгорания, обуславливающие повышенные расходы. Кроме того, снижаются тепловые потери в трубопроводе прямой сетевой воды, а вследствие меньшей температуры циркулирующего теплоносителя уменьшается износ трубопроводов. Качественное регулирование температуры внутриквартальной воды с помощью теплового насоса позволяет устранить проблемы «перетопов» и «недотопов». Дополнительным преимуществом является снижение тепловой нагрузки на трубопроводы благодаря пониженной температуре транспортируемой воды, что уменьшает их износ. Возможность гибкой регулировки температуры в пределах кварталов с помощью ТНУ решает задачу неравномерного прогрева помещений.

Недостатком этой системы остается потребление электроэнергии для работы компрессора теплового насоса, однако этот минус компенсируется существенной экономией топлива и повышением экологичности системы.

Список источников:

1. Топорен С.С., Зайцев О.Н. Методическое пособие по дисциплине «Инновационные технологии и оборудование систем теплогазоснабжения и вентиляции» часть 1 Проектирование теплонасосной системы теплоснабжения жилого дома./ С.С. Топорен, О.Н. Зайцев, — Симферополь, 2020. — 88с.

2. Фролов В.П., Щербаков С.Н., Фролов М.В., Шелгинский А.Я. Эффективность использования тепловых насосов в централизованных системах теплоснабжения // Новости теплоснабжения. - 2020. - N7. Михайлов, С. П. "Тепловые насосы и системы рекуперации: точки кипения." Екатеринбург: УрГПУ, 2022.

3. Ширинян, А.С Роль насосов в системах теплогазоснабжени. / А.С. Ширинян, О.В. Михеева // В сборнике: Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Материалы X Национальной конференции с международным участием. Саратов, 2020. С. 244-246.

4. Белицкая, К. И. Современные энергосберегающие системы отопления / К. И. Белицкая, Т. В. Федюнина // Современные проблемы и

перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения : Материалы XV Национальной конференции с международным участием, Саратов, 10 апреля 2025 года. – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. – С. 7-11. – EDN HAKDUN.

5. Нагибина, Е. П. Тепловые насосы как экологическая составляющая в системе отопления / Е. П. Нагибина, Т. В. Федюнина // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения : Материалы XIV Национальной конференции с международным участием, Саратов, 25–26 апреля 2024 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2024. – С. 102-108. – EDN EBNMTQ.

6. Федюнина Т.В., Антипов А.П. Использование низкопотенциального тепла земли // Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия: мат-лы междун.научно-практ.конференции. Саратов. 2018. С.188-192.

7. Ключева Н.А., Федюнина Т.В. Перспективы использования геотермальной энергии // Бизнес, общество, молодежь: идеи преобразований: мат-лы всероссийской студ. научной конференции. Саратов, 2019. С.111-112.

8. Ключева Н.А. Геотермальный тепловой насос – экологически чистый источник энергии // Потенциал цифровой трансформации предпринимательства: мат-лы межд.научно-практич.конференции. Саратов. 2019. С.45-47.

9. Нагибина, Е. П. Применение геотермальных насосов в системе отопления / Е. П. Нагибина, Т. В. Федюнина // 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. 153-156. – EDN CFTFMT.

© Ивлиева Д.А., Федюнина Т.В., 2025

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ КОНДЕНСАЦИОННОГО ГАЗОВОГО КОТЛА

Руслан Асанович Маржанов, магистр ¹,
Татьяна Васильевна Федюнина, к.т.н., доцент ²

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

¹ alimtata@icloud.com

² t.fediunina2010@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается альтернативное отопительное оборудование жилых помещений. Приводятся работы и конструкция, а также преимущества и недостатки оборудования.

Ключевые слова: альтернативное отопление; конденсационный газовый котел; эффективность работы; энергосбережение; конденсат.

Для цитирования: Маржанов Р.А., Федюнина Т.В. Энергосбережение за счет применения конденсационного газового котла // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.357

Review article

ENERGY SAVING THROUGH THE USE OF A GAS CONDENSATION BOILER

Ruslan Asanovich Marzhanov, master ¹,
Tatiana Vasilyevna Fedyunina, candidate of Technical Sciences, Associate Professor ²

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

¹ alimtata@icloud.com

² t.fediunina2010@yandex.ru

Abstract. The article discusses alternative heating equipment for residential premises. It provides information about the work and design, as well as the advantages and disadvantages of the equipment.

Keywords: alternative heating; condensing gas boiler; efficiency; energy saving; condensate.

For citation: Marzhanov R.A., Fedyunina T.V. Energy Saving through the Use of a Condensing Gas Boiler // Fundamentals of Sustainable Natural Resource

Современные системы отопления постоянно совершенствуются, становясь все более эффективными и экономичными. Одним из таких решений являются конденсационные газовые котлы. На сегодняшний день доля их применения постоянно увеличивается, активно вытесняя использование традиционных моделей.

Конденсационный газовый котел — это современное отопительное оборудование, которое преобразует энергию сгорания газа в тепло с максимальной эффективностью. Благодаря этому он имеет коэффициент полезного действия свыше 100%.

Стандартные газотопливные модели для нагрева теплоносителя используют энергию природного или сжиженного газа. Когда топливо сгорает, образуются вода и углекислый газ. Освобождающееся тепло нагревает теплоноситель в теплообменнике, заставляя его циркулировать по системе. КПД такой системы достигает максимум 90%. В обычном котле температура дымовых газов после прохождения через теплообменник может достигать до 175-200°C. Водяной пар в конвекционном (обычном) теплогенераторе фактически «вылетает в трубу», унося с собой в атмосферу часть теплоты (выработанной энергии). Причём величина этой «потерянной» энергии может достигать до 11%.

Чтобы повысить эффективность работы котла, надо задействовать это тепло до того, как оно уйдёт, и передать его энергию через специальный теплообменник теплоносителю. Для этого нужно охладить дымовые газы до температуры т.н. «точки росы» (около 55 °C), при которой происходит конденсация паров воды с выделением полезной теплоты. Т.е. — задействовать энергию фазового перехода для максимального использования теплотворной способности топлива (рис.1) .

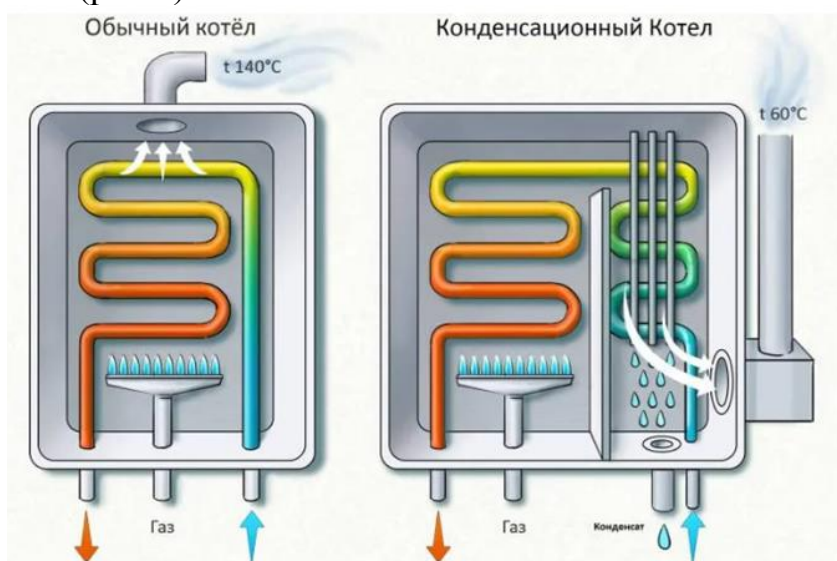


Рисунок 1 - Разница между конденсационным и обычным котлом

Источник laminatopol.ru

Конденсационный котел является усовершенствованным продолжением классической системы со следующими доработками:

- Принципиальным отличием является нагревание теплоносителя в два приема: в первичном и вторичном теплообменнике.
- Основное сжигание топлива происходит в первичном теплообменнике (он же единственный теплообменник традиционных моделей). При этом большая часть выделенного тепла уходит на нагрев теплоносителя системы.
- Газообразные продукты сгорания поступают не в дымоход, а во вторичный теплообменник. Здесь они нагревают холодный теплоноситель, а сами охлаждаются до 50-60°C с одновременной конденсацией воды (вторичный теплообменник часто называют конденсационной камерой).

Рассмотрим более подробно принцип работы конденсационного котла (рис.2).

Пример работы конденсационного котла

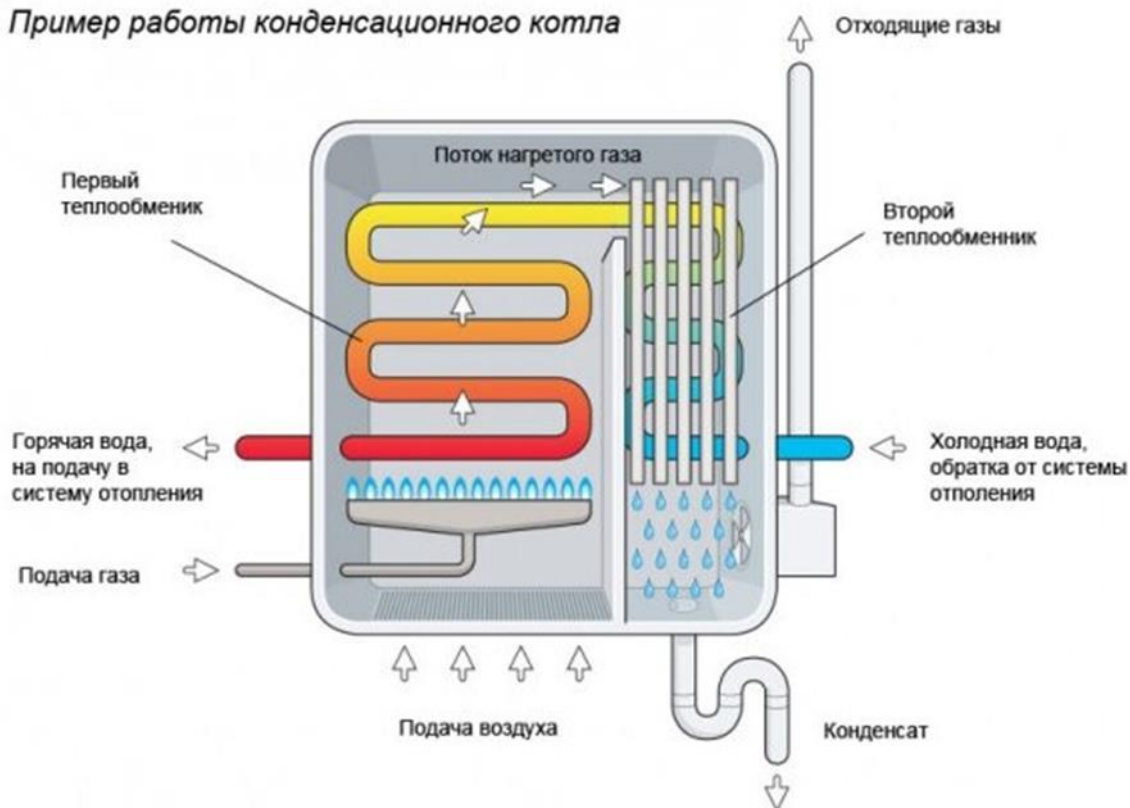


Рисунок 2 – Пример работы конденсационного котла

Работа котла разделена на два этапа:

- Сначала вода из обратки подогревается в конденсационной камере. Тепло появляется во время конденсации пара (это побочный продукт процесса).
- Подготовленная (подогретая) вода нагревается до рабочей температуры системы в первичном теплообменнике (как в стандартных моделях).

- Так как теплоноситель попадает в основной теплообменник уже теплым, расход газа на его нагрев снижается, что дает не только экономию топлива, но и снижение износа конструкции котла.

- Чтобы охладить пар до точки росы (около 55 °С), нужно, чтобы температура воды в обратке была достаточно низкой. Чем ниже температура, тем эффективнее идет процесс конденсации, тем выше КПД системы.

Принцип работы конденсационных котлов достаточно прост, но для эффективной работы требуется создание конструктивной системы.

В нее входят следующие узлы:

- Камера сгорания. Ее рабочими деталями служат горелка, система подачи газа и вентилятор.

- Первичный теплообменник. В камере происходит нагрев теплоносителя. Как правило, ее делают литой, чтобы избежать коррозионного разрушения металла (уязвимое место – швы).

- Камера доохлаждения. В ней отработанные газы, содержащие водяной пар, охлаждаются до 50-60°С.

- Конденсационный теплообменник. Водяной пар отдает энергию обратной воле системы отопления и конденсируется на стенках камеры. Вода поступает в первичный теплообменник, нагревается до рабочей температуры и распределяется по помещениям.

- Резервуар для сбора конденсата. Накопившийся конденсат впоследствии утилизируют.

- Дымоход, через который охлажденные продукты сгорания покидают систему.

- Насос, поддерживающий принудительную циркуляцию теплоносителя в системе.

Рассмотрим преимущества и недостатки конденсационных котлов (табл.1).

Таблица 1 – Преимущества и недостатки конденсационных котлов

Преимущества	Недостатки
Высокая эффективность, что приводит к уменьшению затрат на отопление. Если сравнивать с традиционными моделями, она достигает 15-20%.	Необходимость утилизации конденсата. Конденсат имеет высокий pH, и его запрещено отводить в общую канализацию. В связи с этим используют нейтрализатор (емкости с крошкой известняка или мрамора).
Экологичность. Процесс конденсации не только повышает КПД, но и снижает температуру выхлопных газов до 40–50 °С (против 120–150 °С у конвекционных моделей). А также значительно уменьшает выброс CO ₂ и других вредных веществ в атмосферу — большая часть соединений отводится вместе с конденсатом. При работе конденсационного котла (с камерой сгорания	Специфика работы. Разница между температурой в доме и за его стенами не должна превышать 20°С, поэтому реально уменьшить затраты во многих регионах можно только в период межсезонья.

закрытого типа) количество вредных выбросов снижается на 60-70%.	
Возможность подключения к низкотемпературным системам отопления: идеально подходят для оборудования теплых полов.	Цена на конденсационные модели выше, чем на классику, да и ремонт обойдется дороже.
Безопасность. Конденсационные котлы оснащены системами защиты от перегрева, замерзания и других аварийных ситуаций.	Требования к дымоходу: он должен быть устойчив к воздействию кислотного конденсата.
Увеличенный срок службы благодаря более щадящему режиму работы.	
Экономия на дымоходе. У покидающих систему газов низкая температура, поэтому стальной дымоход можно без опаски заменить более дешевым пластиковым аналогом	
Низкий уровень шума. Работа котла не влияет на комфорт жизни в доме.	

Проведем сравнение КПД различных видов котлов, используемых в системах отопления (рис.3).

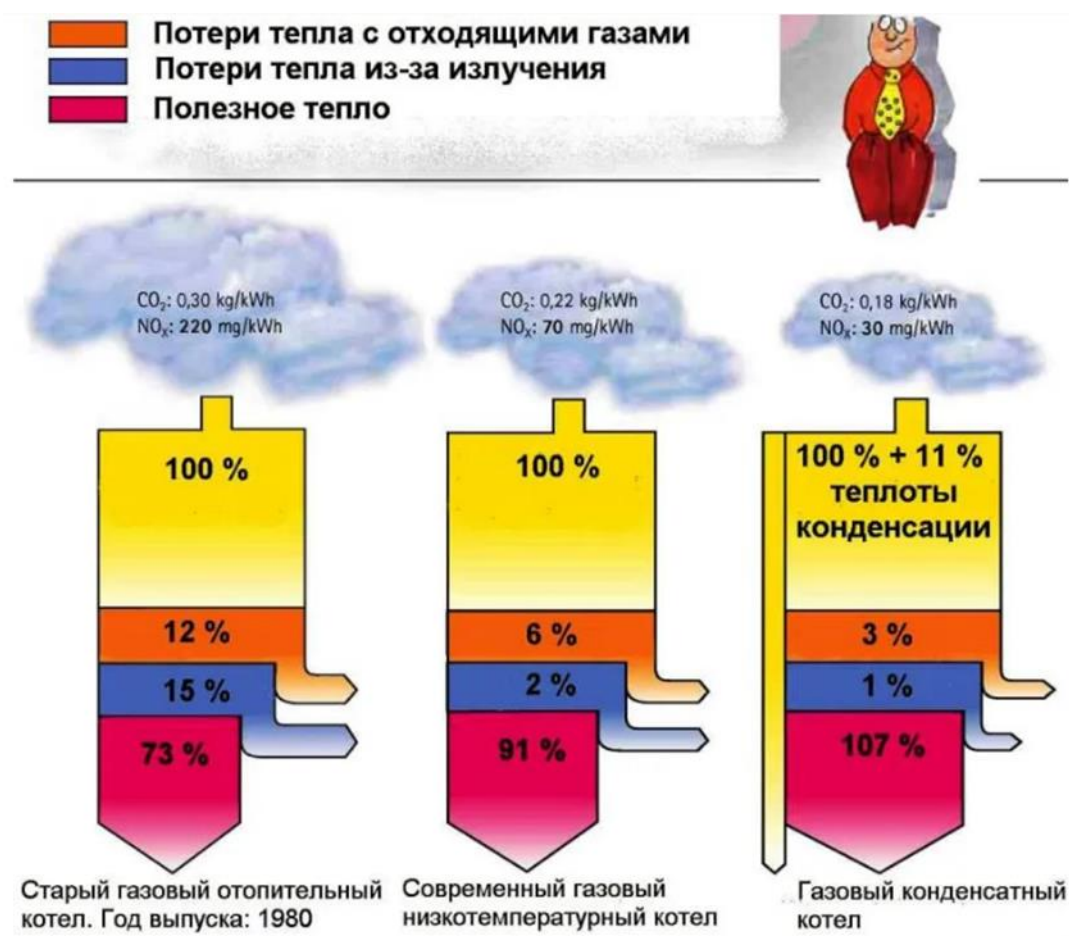


Рисунок 3 - Сравнение КПД разных систем

Конденсационный газовый котёл — это современное оборудование, отличающееся надёжностью, экономичностью и эффективностью работы. Также сокращаются выбросы вредных веществ в атмосферу, что особенно актуально при ужесточении норм по экологичности. Кроме этого, установка данного типа теплогенератора, за счёт уменьшения расхода газа, позволит уменьшить затраты на отопление в долгосрочной перспективе и повысить уровень комфорта в загородном доме.

Список источников

1. Конденсационный газовый котел: особенности и преимущества [Электронный источник]. Режим доступа: <https://dzen.ru/a/Ww0MelgWafTPJo0T?ysclid=mg0ms5xw68585895577>
2. Конденсационные газовые котлы: эффективность и экономия [Электронный источник]. Режим доступа: <https://wolfrus.ru/blog/kondensatsionnye-gazovye-kotly-effektivnost-i-ekonomiya/?ysclid=mg0mx7vfx610676173>
3. Конденсационный газовый котел: принцип работы и особенности конструкции [Электронный источник]. Режим доступа: <https://m-strana.ru/articles/kondensatsionnyy-gazovyy-kotel/>
4. Заева, К. А. Современные системы отопления частных домов / К. А. Заева, Т. В. Федюнина // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения : Материалы X Национальной конференции с международным участием, Саратов, 23–24 апреля 2020 года. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2020. – С. 100-102. – EDN SUHWXO.
5. Ключева, Н. А. Сравнительный анализ систем отопления / Н. А. Ключева, Т. В. Федюнина // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения : Материалы X Национальной конференции с международным участием, Саратов, 23–24 апреля 2020 года. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2020. – С. 106-108. – EDN IVLEIJ.

© Маржанов Р.А., Федюнина Т.В., 2025

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ САКЗ В МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ

Елена Геннадьевна Марьясова, магистр ¹,

Андрей Владимирович Поваров, к.т.н., доцент ²

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

¹e_m_2005@bk.ru

²povarov-av2012@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы актуальности применения в строящихся многоквартирных домах систем автоматического контроля загазованности, прекращающих подачу газа в случае его утечки. На примере САКЗ-МК-2-1А представлены рекомендации по монтажу системы на кухне квартиры жилого дома.

Ключевые слова: система газоснабжения, многоквартирный жилой дом, система автоматического контроля загазованности, сигнализатор загазованности, электромагнитный клапан.

Для цитирования: Марьясова Е.Г., Поваров А.В. Актуальность применения САКЗ в многоквартирных домах // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием - Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.363

Review article

RELEVANCE OF USING SACZ IN APARTMENT BUILDINGS

Elena Gennadyevna Maryasova, master ¹,

Andrey Vladimirovich Povarov, candidate of Technical Sciences, Associate Professor ²

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

¹i@grischuk-1.ru

²povarov-av2012@yandex.ru

Annotation. This article examines the relevance of using automatic gas monitoring systems in apartment buildings under construction that shut off gas supply in the event of a leak. Using the example of the SAKS-MK-2-1A, recommendations for installing the system in a residential kitchen are presented.

Keywords: gas supply system, apartment building, automatic gas monitoring system, gas detector, electromagnetic valve.

For citation: Maryasova E.G., Povarov A.V. The relevance of using SAKZ in apartment buildings // Fundamentals of Rational Nature Management: Proceedings of the XI National Conference with International Participation - Saratov: Vavilov University, 2025, p.363

Масштабы строительства многоквартирных газифицируемых домов в России за последние годы увеличились, поэтому возникла острая необходимость в применении систем контроля газового оборудования в квартирах данных домов. Для предотвращения чрезвычайных ситуаций необходимо систематически контролировать присутствие горючих газов и паров в воздухе, а также уменьшать их уровень до безопасных значений, поскольку в результате утечки газа велик риск возникновения взрывов и пожаров, частой причиной которых становится смешение горючих газов с воздухом или их контакт с различными источниками возгорания.

Непрерывный мониторинг концентраций опасных веществ в помещениях квартир можно вести с помощью системы автоматического контроля загазованности (САКЗ) (рис. 1). САКЗ постоянно ведет контроль концентрации газа в воздухе и при достижении порогового значения активируется светозвуковая сигнализация, также сигнал поступает на электромагнитный клапан, который незамедлительно блокирует газовый трубопровод и прекращает подачу газа [1].

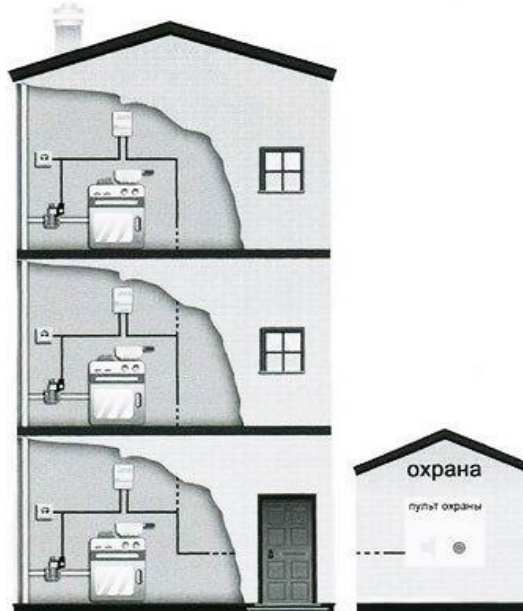


Рисунок 1 – Схема установки САКЗ на кухнях квартир в многоквартирном доме

Оборудование САКЗ-МК-2-1А наилучшим образом приспособлено к работе в бытовых условиях и к эксплуатации его персоналом без специального обучения [2]. При подаче напряжения питания САКЗ-МК-2-1А включаются индикаторы «питание» на сигнализаторах и пульте, а также звучит короткий

звуковой сигнал. Блокировка снимается автоматически через 20-30 секунд, после чего сигнализаторы начинают непрерывно анализировать воздух на содержание CH_4 и CO . При концентрации CH_4 в воздухе до 0,1 % срабатывает сигнализатор и через 30 секунд блокируется подача газа [2].

Дистанционно действующие системы управления клапанами прекращают подачу газа только при срабатывании датчика аварийного контроля, при этом подача газа не прекращается в случае отключения электроэнергии. Перевод клапанов в открытое положение после срабатывания выполняется вручную (клапаны с ручным взводом) или автоматически (клапаны с автоматическим взводом). Установку в квартире САКЗ могут осуществлять только допущенные к данным видам работ организации.

Сигнализаторы загазованности устанавливаются на стене помещения кухни квартиры в непосредственной близости с газовым оборудованием (рис. 2). Датчики загазованности не следует размещать в глухих зонах, где отсутствует циркуляция воздуха (например, прибор рекомендуется устанавливать не ближе 1 м от углов помещения). Кроме того, запрещается установка приборов в непосредственной близости с приточными и вытяжными устройствами вентиляции, а также с источниками тепла. Сигнализатор по природному газу метану монтируют в верхней зоне, на расстоянии не более 30 - 40 см от потолка, так как этот газ легче воздуха.

Сигнализаторы для сжиженного газа (пропан-бутана), который тяжелее воздуха, устанавливают внизу, на высоте примерно 30 см от пола [1].

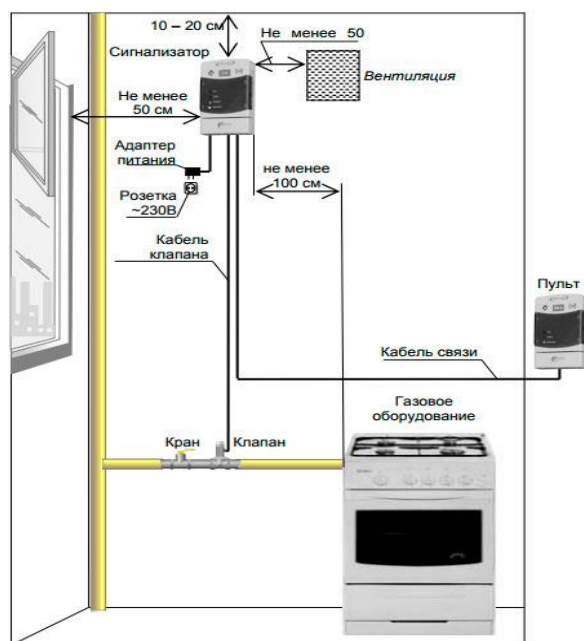


Рисунок 2 - Рекомендуемые места размещения САКЗ-МК-2-1А на кухне

Для угарного газа сигнализатор рекомендуется устанавливать в зоне постоянного пребывания человека, на высоте 1,5 - 1,8 м от пола. Сигнализатор угарного газа допускается устанавливать у потолка в непосредственной близости с таким же прибором для метана. Учитывая это обстоятельство,

некоторые производители выпускают универсальный сигнализатор загазованности, который реагирует сразу на оба газа - метан и угарный газ.

Запорный электромагнитный отсечный клапан устанавливают на газовую трубу, в месте, которое удобно расположено для доступа к кнопке ручного взвода. Установку запорного клапана на газопроводе следует предусматривать перед газовыми счетчиками; бытовыми газовыми приборами, плитами, водогрейными колонками, отопительными котлами; на вводе газопровода в помещение, при размещении в нем газового счетчика с отключающим устройством на расстоянии более 10 м от места ввода.

Перед монтажом САКЗ осуществляется проверка его работоспособности, результаты которой оформляются протоколом [1]. Сигнализатор считается годным к эксплуатации, если он удовлетворяет всем предъявляемым требованиям. Положительные результаты проверки оформляются соответствующим свидетельством, а в случае отрицательных результатах проверки выдается извещение о непригодности оборудования системы с указанием причин непригодности.

Список источников

1. Сигнализатор загазованности - датчик утечки бытового и угарного газа в доме. Режим доступа: <https://angor.ru/pomoshch/stati/signalizator-zagazovannosti-datchik-utechki-bytovogo-i-ugarnogo-gaza-v-dome>.
2. Бытовые и промышленные системы автоматического контроля загазованности САКЗ-МК. Режим доступа: <https://isup.ru/articles/34/21471/>.

© Марьясова Е.Г., Поваров А.В., 2025

МЕРОПРИЯТИЯ ПО РОСТУ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ПОВЫШЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ

Ольга Юрьевна Мичурина, к.э.н., доцент¹,

Наталья Александровна Дубинина, к.э.н., доцент²

^{1, 2} Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань,
Россия

¹ michurina@list.ru

² dubinina-nat@rambler.ru

Аннотация. исследование возможностей развития и применения инструментов повышения результативности управления на примере судостроительных предприятий Астраханской области является актуальным направлением научного исследования, обладающим практической значимостью. Оценка результативности управления позволяет выявить возможности и направления развития организации, дает базовую информацию о новых потребностях общества, подводит основу под выпуск новой продукции, диверсификацию производства, позволяет осознать проблемы взаимодействия управленческого и производственного процесса. В статье произведена универсализация инструментов повышения результативности управления деятельностью современного предприятия, разработаны мероприятия по повышению энергоэффективности производства АО «ЮЦСС». Внедрение предлагаемых мероприятий позволит снизить удельные параметры потребления электроэнергии, увеличит срок эксплуатации оборудования, обеспечит снижение тепловых потерь и затрат на текущее обслуживание, позволит повысить квалификацию и компетентность персонала в области энергосбережения и энергоэффективности.

Ключевые слова: результативность управления, универсальные инструменты повышения результативности, энергоэффективность, система управления современного предприятия.

Для цитирования: Мичурина О.Ю., Дубинина Н.А. Мероприятия по росту энергоэффективности производства как универсальные инструменты повышения результативности управления // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.367

Original article

ENERGY EFFICIENCY MEASURES AS UNIVERSAL TOOLS FOR

IMPROVING MANAGEMENT PERFORMANCE

**Olga Yurevna Michurina, PhD, Associate Professor¹,
Natalia Alexandrovna Dubinina, PhD, Associate Professor²**

^{1,2}Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

¹michurina@list.ru

²dubinina-nat@rambler.ru

Annotation. The study of the possibilities of developing and applying tools for improving the efficiency of management, using the example of shipbuilding enterprises in the Astrakhan region, is an important area of scientific research with practical significance. The assessment of management efficiency allows for identifying opportunities and directions for the development of an organization, provides basic information about the new needs of society, lays the foundation for the production of new products and the diversification of production, and helps to understand the challenges of managing the interaction between management and production processes. The article provides a universal approach to improving the efficiency of management in modern enterprises and suggests measures to enhance the energy efficiency of production at JSC YUCC. The implementation of the proposed measures will reduce specific energy consumption parameters, increase the equipment's service life, reduce heat losses and maintenance costs, and improve the skills and competence of personnel in the field of energy conservation and energy efficiency.

Keywords: management efficiency, universal tools for improving efficiency, energy efficiency, and the management system of a modern enterprise.

For citation: O.Y. Michurina, N.A. Dubinina. Energy efficiency measures as universal tools for improving management performance // Fundamentals of Sustainable Natural Resource Management: Proceedings of the 11th National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.367

Под «системой управления» предприятием следует понимать открытую, социально-экономическую систему, выстроенную на основании совокупности взаимосвязанных подсистем организации, которые взаимодействуют между собой, составляют единое целое, способствуют достижению целей организации, подразделяются на управляющую и управляемую подсистему, управленческое воздействие в которых осуществляется через функции управления. Управляющая подсистема оказывает управленческое воздействие на объект управления с помощью функций управления. Управляемая подсистема представлена различными функциональными областями предприятия и подразделениями, которые под влиянием управленческого воздействия стремятся к достижению целей организации. Управленческое воздействие в системе управления оказывается с помощью классических функций управления – планирования, организации, мотивации, контроля,

коммуникаций и принятия управленческих решений. В зависимости от размера организации, ее функциональной принадлежности, соподчиненности, количество функций управления может меняться в сторону увеличения. Могут выделяться специфические функции управления, характерные для отдельных организаций и отраслей.

Анализ специфических особенностей построения систем управления позволил выявить, что системы управления современных российских предприятий в 100% случаев содержат обязательные структурные элементы, такие как организационная структура управления и организационная структура производства. Кроме этого в систему управления обязательно входит ряд функциональных подсистем, каждая из которых отвечает за выполнение отдельной функции управления. В традиционном варианте это производственная подсистема, финансовая подсистема, подсистема управления человеческими ресурсами, информационная подсистема, подсистема снабжения, подсистема маркетинга и сбыта.

Помимо традиционных можно назвать относительно новые подсистемы, прошедшие становление на российских предприятиях за последние 25 лет, которые требуют повышенного внимания и развития в современных условиях. Это подсистема инновационно-технического развития предприятий, подсистема управления рисками, подсистема управления корпоративной социальной ответственностью. Обобщим элементы действующих систем управления современных промышленных предприятий на рис. 1.



Рисунок 1 – Элементы действующих систем управления современных промышленных предприятий

Результативность управления – это степень достижения цели управления, ожидаемого состояния объекта управления [1]. Результативность является неоднозначным понятием и представляет собой комплексную категорию, которая объединяет такие показатели, как: действенность; экономичность; эффективность; производительность; качество; качество трудовой жизни; внедрение инноваций; качество управления. Факторы, влияющие на результативность управления организацией - это потенциал организационной системы; гармоничная сбалансированность составляющих элементов организации; организационные процессы кругооборота фондов; организационные подсистемы и уровень их развития; грамотное соотношение между результативностью хозяйственной и финансовой деятельности; конкурентные преимущества предприятия и пр.

Функционирование системы управления современного промышленного предприятия складывается из функционирования основных подсистем – производственной подсистемы, финансовой подсистемы, подсистемы управления человеческими ресурсами и пр. В свою очередь, повышение результативности управления деятельностью современного промышленного предприятия возможно за счет задействования инструментов повышения результативности. Причем инструменты повышения результативности управления могут быть задействованы в любой функциональной подсистеме системы управления.

Обобщим инструменты повышения результативности управления деятельностью современного предприятия, с разбивкой по функциональным областям управления, в табл. 1.

Таблица 1 – Универсальные инструменты повышения результативности управления деятельностью современного предприятия

Функциональные подсистемы системы управления	Универсальные инструменты повышения результативности
Производственная подсистема	• Автоматизированные системы управления • Системы прогнозирования спроса • Инструменты управления запасами • Бережливое производство • Повышение энергоэффективности • Интегрированное планирование • Реинжиниринг бизнес-процессов • Стандартизация средств производства • Компьютеризация • Оптимизация издержек производства • Внедрение инноваций • Использование системы менеджмента качества • Автоматизация рутинных процессов • Перераспределение ресурсов • Повышение качества товара или услуги • Использование гибких производственных систем • Управление цепями поставок • Повышение производительности труда и пр.

Финансовая подсистема	• Оптимизация затрат и управление себестоимостью • Разработка финансовых стратегий • Управление денежными потоками • Бюджетирование и контроллинг • Финансовая модель • Анализ отклонений • Ключевые показатели эффективности (KPI) • Финансовая отчётность • Снижение материальных затрат • Сокращение накладных расходов • Налоговая оптимизация • Управление рисками и ликвидностью • Технологическое обновление финансовых процессов • Управление дебиторской и кредиторской задолженностью • Стандартизация учётной политики • Автоматизация учёта • Совершенствование структуры управленческого учёта • Развитие системы внутреннего контроля • Анализ использования прибыли и пр.
Подсистема управления человеческими ресурсами (социальная)	• Система оценки производительности • Внедрение процедур управления персоналом • Система мотивации персонала • Управление конфликтами и стимулирование сотрудничества • Управление карьерным ростом и планирование преемственности • Внедрение цифровых технологий • Системы координации рабочих этапов • Учебные программы и продвижение • Внутренние коммуникационные платформы • Использование Big Data • Управление культурой компании и пр.
Коммерческая подсистема	• Разработка методологии закупок и управления запасами • Стандартизация работы • Автоматизация процессов • Гибкие схемы расчётов • Разработка KPI-системы • Стратегическое планирование • Упрощение документооборота • Внедрение аналитики • Управление отношениями с поставщиками (SRM) • Категорийный менеджмент и стратегии закупок и пр.
Подсистема инновационно-технического развития (инновационная)	• Корпоративные НИИ, НТЦ, внутренние отделы НИОКР • Внутренние конкурсы идей и предложений • Программы внутреннего предпринимательства • Лаборатории для работы с непрофильными активами, прорывными инновациями • Корпоративные хакатоны • Мероприятия, конкурсы для стартапов • Онлайн-платформы для коммуникации • Технологический скаутинг • Акселерационные программы • Инкубационные программы и инкубаторы • Представительство в инновационных центрах • Корпоративные венчурные фонды и пр.
Подсистема управления рисками	• Имитационное моделирование • Сценарный анализ • Оценка рисков, связанных с поведением конкурента на рынке или персонала • Внутренняя сертификация • Создание атмосферы «отсутствия виноватых» • Вовлечение коллег

	• Ведение реестра риска • Использование матрицы распределения ответственности • Мониторинг рисков • Страхование • Установка триггеров и пороговых значений риска и пр.
Подсистема управления корпоративной социальной ответственностью (КСО)	• Разработка и внедрение стратегии КСО • Разработка и внедрение положений и политик • Интеграция принципов КСО в корпоративную культуру • Создание системы стимулов и поощрений • Социальная (нефинансовая) отчётность • Социальные инвестиции • Использование инструментов социальных медиа • Совершенствование системы нематериальной мотивации сотрудников • Проведение тренингов и деловых игр • Программы обучения и повышения квалификации персонала • Дополнительные социальные льготы и гарантии и пр.
Подсистема экологического менеджмента	• Оценка воздействия на окружающую среду • Установка целей экологического менеджмента • Внедрение системы мониторинга и отчётности • Постоянное улучшение • Экологическая маркировка (сертификация) и пр.

Обобщение инструментов повышения результативности управления деятельностью современного предприятия позволяет констатировать, что правильное применение любого из перечисленных универсальных инструментов, способно повысить эффективность функционирования одной из функциональных подсистем управления современным промышленного предприятия. А поскольку система управления – это некоторая целостность, состоящая из взаимосвязанных частей, каждая из которых вносит свой вклад в характеристики целого, повышение результативности функционирования одной из подсистем положительным образом отразится на результативности управления промышленным объектом в целом.

Производственная подсистема управления является одной из основных для промышленного предприятия. Именно в ней осуществляется основная деятельность предприятия, направленная на выпуск основной продукции и оказание основных услуг. Повышение результативности управления производственной подсистемой АО «Южный центр судостроения и судоремонта» (АО «ЮЦСС» [2] стало объектом пристального внимания как менеджмента предприятия, так и внешних инвесторов и потребителей.

В исследуемом периоде 2022-2024 гг. в АО «ЮЦСС» действовала программа энергосбережения и повышения энергетической эффективности предприятия, введенная в действие соответствующими приказами. Однако в отчетном периоде не все мероприятия Программы энергосбережения и повышения энергетической эффективности в АО «ЮЦСС» не были реализованы в связи с отсутствием необходимых денежных средств.

Для повышения результативности управления АО «ЮЦСС» можно предложить ряд следующих мероприятий в области энергосбережения и энергоэффективности.

Мероприятие 1. Обучение персонала. Организация обучения персонала с

целью приобретения сотрудниками Блока корпусных цехов 2 (БКЦ2) АО «ЮЦСС» специальных знаний в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, необходимых для реализации профессиональной деятельности. В качестве вариантов программ обучения предлагаются:

- Краткосрочные курсы повышения квалификации (16-72 часа): Энергосбережение и повышение энергетической эффективности (программа повышения квалификации ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет») [3];
- Долгосрочные курсы повышения квалификации (свыше 100 часов): Энергетическая эффективность и энергосбережение (Образовательный центр «ЭГО», г. Москва);
- Профильное высшее образование: Интеллектуальная электроэнергетика (Институт дополнительного и дистанционного образования ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»).

Мероприятие 2. Модернизация системы освещения. Замена светильников с традиционными источниками света (металлогалогенные лампы мощностью от 250 до 2500 Вт) на современные светодиодные светильники с сохранением необходимых показателей по взрывозащите и светотехнических характеристик. Модернизация систем освещения стационарных лесов серий светодиодных светильников подвесных для производственных и промышленных зданий.

Мероприятие 3. Модернизация системы отопления и вентиляции. Установка автоматических терморегуляторов, модернизация системы отопления на объектах цеха, замена агрегатов воздушно-отопительных типа СТД-300 на менее энергоемкие агрегаты.

Произведенные расчеты показали, что экономическая эффективность от реализации данных предложений составит 10,7 млн. руб., срок окупаемости предложенных мероприятий – 1,24 года. С точки зрения практической значимости, внедрение в практику хозяйствования АО «ЮЦСС» предлагаемых мероприятий по повышению энергоэффективности и энергосбережению позволит снизить удельные параметры потребления электроэнергии, при сохранении или улучшении качества освещенности, увеличит срок эксплуатации оборудования, обеспечит снижение тепловых потерь и затрат на текущее обслуживание, позволит повысить квалификацию и компетентность персонала в области энергосбережения и энергоэффективности, что положительно отразится на производительности труда работников предприятия.

Вышеназванное свидетельствует о полезности разработанных мероприятий для повышения результативности управленческого процесса АО «ЮЦСС», о возможности использования инструментов по повышению энергоэффективности производства в качестве универсальных мер повышения результативности управления предприятием в целом.

Список источников:

1. Староверова, К. О. Менеджмент. Эффективность управления : учебник для вузов / К. О. Староверова. — М. : Юрайт, 2025. — 269 с. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт : [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562107/p.20>
2. АО «Южный центр судостроения и судоремонта»: офиц. сайт. URL: <https://aossr.ru/>
3. ЮЦСС, АГТУ и АСКОН откроют совместные программы подготовки корабелов. — Текст : электронный // АСКОН — разработчик инженерного программного обеспечения и ИТ-интегратор : [сайт]. — URL: <https://ascon.ru/news/2024/09/12/yucss-agtu-i-askon-otkroyut-sovmestnye-programmy-podgot-ovki-korabelov/>

© Мичурина О.Ю., Дубинина Н.А., 2025

Обзорная статья
УДК 622.691

К ВОПРОСУ ГАЗИФИКАЦИИ ПОСЕЛКА ИЛИ ЧАСТНОГО ДОМА

Максим Анатольевич Мосолов, магистр ¹,
Татьяна Васильевна Федюнина, к.т.н., доцент ²

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

¹ max.mosol94@mail.ru

² t.fediunina2010@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены способы подачи газа: магистраль или газгольдер. Приведены преимущества автономной газификации.

Ключевые слова: магистральный газ, газгольдер, автономная газификация, поселок

Для цитирования: Мосолов М.А., Федюнина Т.В. К вопросу газификации поселка или частного дома // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.374

Review article

AUTOMATION OF HEATING SYSTEMS OF A PRIVATE HOUSE

Maxim Anatolyevich Mosolov, master ¹,

Tatiana Vasilyevna Fedyunina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor²

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

¹ max.mosol94@mail.ru

² t.fediunina2010@yandex.ru

Annotation. This article discusses the methods of gas supply: a main line or a gas holder. The advantages of autonomous gasification are presented.

Keywords: main gas pipeline, gas holder, autonomous gasification, village

For citation: Mosolov M.A., Fedyunina T.V. On the Issue of Gasification of a Village or a Private House // Fundamentals of Sustainable Natural Resource Management: Proceedings of the 11th National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.374

С ростом рыночного спроса на малоэтажное строительства встает вопрос об энергообеспечении таких объектов. И если вопросы по инженерным коммуникациям (водо- и энергоснабжение, строительство подъездных дорог и т.д.) решить не очень сложно, то вопрос по газоснабжению остается открытым. Необходимо выбрать наиболее экономичный, но при этом энергосберегающий способ подачи газа.

Можно рассмотреть два вида подачи: использование магистрального газа или применение автономной системы газоснабжения (газгольдеры) (Рис.1).



Рисунок 1 – Расположение газгольдеров [2]

При выборе первого варианта необходимо определить месторасположение или удаленность магистрального газопровода, а также его технические характеристики. Если магистральный газопровод располагается достаточно далеко, то подключение к нему потребует больших экономических затрат, при этом может не хватить мощности для дополнительного распределения газа. В этих и других случаях альтернативным вариантом может стать система автономного газоснабжения.

Проведем сравнение этих двух вариантов.

Первое различие состоит в химическом составе газа. В магистральном газопроводе находится уже очищенный газ, в газгольдере хранится сжиженный газ.

Однако, следует отметить, что магистральный газ – это не автономность. Подачу топлива могут отключить в случае аварии. Газгольдер обеспечивает полную автономность.

Различаются и сроки подключения. Если автономную систему можно смонтировать за несколько дней, выкопав котлован и приобретя сертифицированное оборудование, то для подключения к магистральному газопроводу необходимо получить разрешение, предоставив необходимые документы: расчет потребления газа, техусловия, проект газовой сети в доме и до магистрали, договор с газовой компанией на подключение, проверка всего оборудования, опломбировка и заключение договора на поставку газа. При этом необходимо уточнить, что к магистрали можно подключить любой участок, а для газгольдера требуется участок, удаленный на определенное расстояние от построек и дорог.

Для проведения сравнения двух вариантов следует учитывать и стоимость подключения, и расходы на топливо, обслуживание и эксплуатацию, а также безопасность и надежность (табл.1).

Таблица 1 – Сравнительный анализ магистрального газопровода и автономной системы газоснабжения[1]

Тип топлива	Эффективность	Стоимость подключения	Стоимость топлива	Скорость подключения	Безопасность
Природный газ (магистраль)	97%	350-500 тысяч рублей	2000 рублей в месяц	От месяца до полугода	Высокая при правильной эксплуатации и своевременном обслуживании
СУГ (газгольдер)	97%	От 350 тысяч рублей	5000 рублей в месяц	1-3 дня	Высокая при правильной эксплуатации и своевременном обслуживании

При выборе автономной системы газоснабжения можно рассмотреть два варианта:

- индивидуальное газоснабжение каждого дома, который целесообразен при небольшом количестве строений;

- газификация из централизованного хранилища сжиженного газа. В этом случае стоимость автономной системы для каждого дома сокращается примерно в два раза по сравнению с индивидуальной системой (Рис.2) [2].



Рисунок 2 – Автономная газификация поселка

Газификация коттеджного поселка с помощью отдельностоящих газгольдеров имеет несколько положительных показателей:

- быстрый срок монтажа (всего несколько дней — и вопрос решен!);
- качественное газоснабжение (давление не падает, подача стабильна в любой сезон);
- более низкая цена, если сравнивать с дизтопливом и электричеством;
- простая эксплуатация (система автономной газификации поселка требует минимума внимания со стороны потребителя);
- экологичность (газ безвреден для окружающей среды);
- высокий уровень безопасности (обеспечивается специальным оборудованием и четким соблюдением правил монтажа и эксплуатации).

Таким образом, автономная газификация коттеджного поселка с использованием наземных или подземных резервуаров со сжиженным углеводородным газом (газгольдеров) – оптимальное решение там, где нет магистрального газоснабжения.

Кроме того, автономная газификация может применяться в качестве резервного или дополнительного газообеспечения в местах, где централизованное газоснабжение предоставляется с частыми перебоями или его возможностей оказывается недостаточно при растущем потреблении топлива.

Список источников

1. Газгольдер или магистральный газ: что дешевле? [электронный ресурс] – Режим доступа: https://dzen.ru/a/YrqZ2_yRLg76EOF9
2. Газификация поселка [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://astin-ltd.ru/avtonomnaya-gazifikaciya-poselka/>
3. Акмуков, И. Р. Процесс проектирования системы газоснабжения микрорайона поселка / И. Р. Акмуков, Т. В. Федюнина // Основы рационального природопользования : Материалы X Национальной конференции с международным участием, Саратов, 15 ноября 2024 года. – Саратов: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова", 2024. – С. 242-244. – EDN SRFIDG.
4. Хазов, В. А. Газоснабжение жилых и производственных объектов / В. А. Хазов, К. Я. Куранов, Т. В. Федюнина // Основы рационального природопользования : Материалы X Национальной конференции с международным участием, Саратов, 15 ноября 2024 года. – Саратов: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова", 2024. – С. 341-344. – EDN VHNZTX.

© Мосолов М.А., Федюнина Т.В., 2025

ИНТЕГРИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В СИСТЕМЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Чингиз Мансурович Мухамедов, магистр¹,

Аида Ханифовна Низамова, старший преподаватель²

^{1,2} Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Россия

¹ chingiz29m11@yandex.ru

² nizamova_a_h@mail.ru

Аннотация. В своей работе я хочу изучить интегрированный подход к повышению энергоэффективности в системе водоснабжения. Его основная идея заключается в том, чтобы рассматривать систему водоснабжения как единое целое — от источника воды, через ее транспортировку, до конечного потребителя. Если управлять всеми этими элементами вместе, комплексно, можно добиться так называемого комбинированного эффекта, когда общий результат оказывается гораздо выше, чем просто сумма улучшений в каждой отдельной части.

Ключевые слова: эффективность, система водоснабжения, интегрированный подход, управление давлением.

Для цитирования: Мухамедов Ч.М., Низамова А.Х. Интегрированный подход к повышению энергоэффективности в системе водоснабжения // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.379

AN INTEGRATED APPROACH TO IMPROVING ENERGY EFFICIENCY IN THE WATER SUPPLY SYSTEM

Chingiz Mansurovich Mukhamedov, master¹,

Aida Khanifovna Nizamova, Senior lecturer²

^{1,2} Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russia

¹ chingiz29m11@yandex.ru

² nizamova_a_h@mail.ru

Annotation. In my work, I want to explore an integrated approach to improving energy efficiency in the water supply system. The main idea is to consider the water supply system as a whole, from the source of water to its transportation and distribution to the end user. By managing all these elements together, we can achieve

a combined effect, where the overall result is much higher than the sum of improvements in each individual part.

Keywords: efficiency, water supply system, integrated approach, pressure management.

For citation: Mukhamedov Ch.M., Nizamova A.H. An integrated approach to improving energy efficiency in the water supply system // Fundamentals of Sustainable Natural Resource Management: Proceedings of the 11th National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025, p.379

Сейчас, когда ресурсы становятся все более дефицитными, а тарифы на электричество постоянно растут, тема энергоэффективности в системах водоснабжения становится как никогда важной. К сожалению, обычные методы, которые используются для оптимизации таких систем, часто направлены лишь на улучшение отдельных их частей. Как показывает практика, такой подход не дает по-настоящему значительного и, что важно, долговременного результата.

Системы водоснабжения являются одними из крупнейших потребителей электроэнергии в коммунальной инфраструктуре России. На их долю может приходиться значительная часть энергозатрат.

В ходе исследования вопросов энергосбережения можно отметить, что изначально стратегия повышения энергоэффективности зачастую была сосредоточена на локальных мерах, таких как замена устаревших насосов или электродвигателей на более современные модели. Тем не менее, как показывают современные исследования, подобный точечный метод является недостаточно эффективным, поскольку он не учитывает сложные системные взаимосвязи, присущие таким комплексным системам, как системы водоснабжения. Нужно осознавать, что энергозатраты, необходимые для транспортировки одного кубометра воды, являются производной от целого ряда взаимосвязанных факторов. В их числе можно выделить техническое состояние трубопроводных сетей, выбранный режим работы насосных станций (НС), уровень поддерживаемого давления в системе, объем непроизводительных утечек и даже особенности водопотребления у конечных пользователей. В этой связи, современная концепция интегрированного подхода предлагает принципиально иной взгляд на систему водоснабжения. Она рассматривает ее не как набор отдельных компонентов, а как единый, сложный организм. В условиях такого подхода становится очевидным, что оптимизация какого-либо одного элемента системы без тщательной оценки его влияния на все остальные звенья зачастую не только не приносит желаемого экономического эффекта, но и может привести к возникновению новых проблем. Необходимо понимать, что энергозатраты, необходимые для транспортировки одного кубометра воды, являются производной от целого ряда взаимосвязанных факторов. Из них можно выделить техническое состояние трубопроводных сетей. В настоящее время примерно 50% всей воды подается с коррозионными отложениями,

которые уменьшают живое сечение труб до 20% и увеличивают гидравлическое сопротивление труб в 2÷3 раза [1]. Так же к этим факторам можно отнести выбранный режим работы насосных станций (НС), уровень поддерживаемого давления в системе, объем непроизводительных утечек и даже особенности водопотребления у конечных пользователей.

В контексте интегрированного подхода к повышению энергоэффективности систем водоснабжения можно выделить несколько ключевых направлений:

1. Оптимизация функционирования насосных станций (НС).

Как показывают данные из литературных источников, «Энергопотребление насосных станций систем водоснабжения составляет 70–90% от общего расхода электроэнергии на цели водоснабжения. Наибольший резерв экономии электроэнергии заложен в оптимизации совместной работы насосных агрегатов и сети» [2]. В данном контексте становится очевидной необходимость их модернизации. Однако, в отличие от устаревшего точечного метода, интегрированный подход предполагает не простую замену устаревшего оборудования, а комплексное преобразование самих принципов управления данными объектами.

Из самых эффективных мер в данной сфере можно выделить следующие:

- Внедрение частотно-регулируемых приводов (ЧРП): Данная технология является краеугольным камнем современной энергоэффективности. Её суть заключается в том, что ЧРП обеспечивает плавное регулирование производительности насосного агрегата, точно подстраивая её под реальный, постоянно меняющийся расход воды в сети. Это позволяет полностью отказаться от неэкономичных режимов работы, характеризующихся постоянными циклами «включено-выключено», а также минимизировать практику сброса избыточного давления, что также приводит к значительным потерям энергии.

- Оптимизация графиков работы насосных станций: Реализация этой задачи стала возможной благодаря активному использованию современных систем диспетчеризации и сбора данных. Эти системы в режиме реального времени фиксируют и анализируют гидравлические параметры и суточный профиль водопотребления. На основе полученных данных специальное программное обеспечение может автоматически формировать и корректировать графики работы насосных агрегатов, выбирая те, которые обеспечивают минимальное энергопотребление при поддержании всех требуемых параметров сети.

2. Снижение утечек и управление давлением.

Важным аспектом в контексте энергосбережения является проблема утечек в водораспределительных сетях. Необходимо понимать, что утечки приводят не только к прямой потере питьевой воды как ценного ресурса, но и к значительным косвенным энергопотерям. Ведь на добычу, очистку и транспортировку каждой единицы объема воды до конечного потребителя уже была затрачена электроэнергия, которая при утечке расходуется впустую.

Таким образом, борьба с утечками представляет собой комплексную задачу по сбережению обоих ресурсов. Современный интегрированный подход напрямую увязывает снижение утечек с вопросами управления давлением в трубопроводной сети. Данное направление деятельности также полностью соответствует положениям Федерального закона № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», который устанавливает для ресурсоснабжающих организаций обязательства по внедрению мер, направленных на сокращение непроизводительных потерь [3].

В числе практических мер, позволяющих реализовать этот подход, можно выделить две ключевые технологии:

- Секционирование и зонирование сети: этот метод предполагает разделение протяженной распределительной сети на изолированные участки — так называемые управляемые зоны давления (DMA). Такое зонирование создает основу для точного мониторинга, позволяя в режиме реального времени контролировать расход воды и уровень давления на каждом конкретном участке, оперативно выявляя аномалии.

- Активное управление давлением (PRV): в рамках каждой созданной зоны давления на входе устанавливаются специальные регулирующие клапаны (PRV). Их задача — автоматически поддерживать оптимальный, минимально достаточный для потребителей уровень давления, исключая его необоснованное завышение. Многочисленные исследования и практический опыт подтверждают, что снижение избыточного давления приводит к пропорциональному уменьшению объема утечек через существующие дефекты, а также к прямому сокращению энергопотребления насосными станциями.

Несмотря на то, что полностью исключить утечки в системах водоснабжения и водоотведения технически невозможно, ключевой задачей эксплуатационных служб российских водоканалов является их максимальное сокращение и локализация.

Хоть полностью предотвратить утечки в водопроводных и водоотводящих системах невозможно, однако сокращение утечек — является главной задачей соответствующих служб водоканалов России [4].

3. Системный мониторинг и интеллектуальные сети.

Важно подчеркнуть, что основой для любого усовершенствования в этой области служат достоверные данные. Без получения точной и оперативной информации о таких параметрах, как расход воды, уровень давления в различных точках сети, ее качество и общее энергопотребление, любые попытки оптимизации будут носить необоснованный характер, поскольку принимаются, по сути, вслепую.

Для решения этой задачи применяются следующие передовые технологии:

- Развертывание сетей интеллектуальных счетчиков: Массовая установка «умных» приборов учета, передающих показания в режиме, близком к реальному времени, кардинально меняет подход к управлению сетью. Эта

система позволяет не только точно фиксировать объемы потребления, но и оперативно выявлять аномалии, такие как незаконные врезки или скрытые утечки на абонентских подключениях. Кроме того, предоставление потребителям детализированной информации об их водопотреблении через личные кабинеты или мобильные приложения способствует формированию более ответственного отношения к ресурсу и мотивирует к его экономии.

- Создание цифровых двойников (Digital Twins): Данная технология представляет собой высшую форму цифровизации инфраструктуры. Цифровой двойник — это виртуальная динамическая модель всей физической системы водоснабжения, которая постоянно обновляется на основе поступающих с датчиков данных. Такой инструмент открывает уникальные возможности для моделирования различных рабочих и аварийных сценариев. Например, с его помощью можно спрогнозировать последствия отключения участка сети, протестировать эффективность новых стратегий управления насосами или определить наиболее уязвимые элементы инфраструктуры, и все это — без каких-либо рисков для реального объекта.

Таким образом, проведенный анализ позволяет сделать вывод, что интегрированный подход к повышению энергоэффективности в системах водоснабжения представляет собой не просто набор технических мероприятий, а скорее новую, комплексную философию управления. Его практическая реализация требует кардинального изменения: вместо привычного реагирования на уже произошедшие аварии необходим переход к стратегии, основанной на данных и направленной на управление всем жизненным циклом системы — от проектирования до утилизации. Безусловно, начальные инвестиции, требуемые для такой глубокой трансформации, могут быть весьма существенными. Однако, как показывает мировой и отечественный опыт, долгосрочные экономические и эксплуатационные преимущества многократно компенсируют первоначальные вложения. Важно отметить, что достигаемый эффект носит комбинированный, характер. Это выражается не только в прямом снижении операционных расходов на электроэнергию, но и в целом спектре положительных последствий. Среди них — отсрочка масштабных капитальных вложений в строительство новых мощностей за счет более рационального использования существующих, а также значительное повышение надежности, отказоустойчивости и общей устойчивости системы водоснабжения к внешним вызовам. Актуальность и стратегическая важность данного направления нашли свое отражение и на государственном уровне. Это положение еще раз подтверждает, что переход к интегрированным, «умным» системам управления является не просто тенденцией, а объективной необходимостью для обеспечения надежного и экономически эффективного функционирования жизненно важной коммунальной инфраструктуры в долгосрочной перспективе.

Список источников

1. Великанов Н.Л., Корягин С.И. Энергоэффективность городских сетей водоснабжения и водоотведения // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2014. С. 84-88.
2. Абрамов Н.Н., Поляков В.С. Водоснабжение: Учебник для вузов. — М.: Стройиздат, 2010. — 680 с.
3. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
4. Примин О.Г., Храменков С.В. Проблемы и пути снижения потерь воды // Водоснабжение и санитарная техника. — 2012. — № 11. — с. 31-37.

© Мухамедов Ч.М., Низамова А.Х., 2025

Обзорная статья
УДК 697.7

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

**Сергей Николаевич Нагибин, магистр 2 курса¹,
Татьяна Васильевна Федюнина, к.т.н., доцент²**

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

¹nagibin1987@mail.ru

²t.fedyunina2010@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается альтернативное отопительное оборудование жилых помещений. Приводится сравнение видов топлива

Ключевые слова: альтернативное отопление; газгольдеры; котлы, функционирующие на пеллетах, биотопливе, твердом и жидком топливе; электрическое отопление; комбинированные системы; инфракрасное оборудование; теплонасосы; гелиоколлекторы.

Для цитирования: Нагибин С.Н., Федюнина Т.В. Альтернативные системы отопления // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.384.

Review article

ALTERNATIVE HEATING SYSTEMS

**Sergey Nikolaevich Nagibin, 2nd year Master's degree¹,
Tatiana Vasilyevna Fedyunina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor²**

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

¹nagibin1987@mail.ru

²t.fediunina2010@yandex.ru

Abstract. The article discusses alternative heating equipment for residential premises. A comparison of fuel types is provided.

Keywords: alternative heating; gas holders; boilers operating on pellets, biofuels, solid and liquid fuels; electric heating; combined systems; infrared equipment; heat pumps; solar collectors.

For citation: Nagibin S.N., Fedyunina T.V. Alternative Heating Systems // Fundamentals of Rational Use of Natural Resources: proceedings of the XI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilovsky University, 2025, p.384

Стоимость различных видов топлива постоянно увеличивается, поэтому альтернативные методы обогрева домов становятся все более популярными. Основное внимание при выборе альтернативных отопительных систем уделяется экономичности и энергонезависимости.

При подборе альтернативного способа обогрева необходимо помнить о том, что у каждого метода есть свои сильные и слабые стороны. В число альтернативных устройств, используемых для организации обогрева жилья, входят:

- газгольдеры;
- котлы, функционирующие на пеллетах, биотопливе, твердом и жидком топливе;
- электрическое отопление;
- комбинированные системы;
- инфракрасное оборудование;
- теплонасосы;
- гелиоколлекторы.

К достоинствам альтернативного обогрева относятся следующие особенности:

1. Экономичность – расходы на установку оборудования окупаются за один-два года эксплуатации.
2. Экологичность.
3. Легкость в монтаже, управлении и обслуживании.

Главный недостаток альтернативного отопительного оборудования заключается в дороговизне и тщательности расчета тепла и подбора оборудования.

Рассмотрим каждый из вариантов.

Современные газгольдеры – это высокотехнологичные устройства, которые устанавливаются под землей и практически незаметны на участке. Система полностью автоматизирована: газ подается в дом по трубам, котел

работает в автоматическом режиме, а тепло и горячая вода, как при обычном газовом отоплении.



Рисунок 1 – Газгольдер

Основное преимущество газгольдера – его автономность. Заправка происходит 1-2 раза в год специализированной техникой

Конечно, начальные инвестиции в газгольдер значительны – от 300 тысяч рублей за систему «под ключ». Но система служит 20-30 лет при минимальном обслуживании.

Современные твердотопливные котлы – это высокотехнологичные устройства длительного горения, которые работают по принципу верхнего горения, когда топливо сгорает постепенно, слой за слоем. Это обеспечивает горение одной закладки до 30 часов на дровах и до 4-5 суток на качественных брикетах или пеллетах. КПД таких устройств достигает 85-95%, что сопоставимо с газовыми котлами.



Рисунок 2 – Твердотопливный котел

Особый интерес представляют пеллетные котлы с автоматической подачей топлива. Современные системы могут работать неделями без вмешательства человека, автоматически регулируя мощность в зависимости от потребности в тепле.

Один из наиболее востребованных вариантов альтернативного отопления – котлы, работающие на жидком топливе. Эти агрегаты выгодно отличаются от твердотопливных аналогов тем, что не нуждаются ни в каких дополнительных

расходах по уходу. Они функционируют в полностью автоматическом режиме в течение всего отопительного сезона.



Рисунок 3 - Котел на жидком топливе

На рынке также представлены универсальные котлы, способные работать на различных типах топлива. Высокую популярность завоевали агрегаты, работающие на биотопливе, в качестве которого служат всевозможные отбросы: навоз, сорные растения, остатки пищи. Такой вариант оптимален для небольших придомовых участков.

Электрическое отопление незаслуженно считается дорогим и неэффективным. Ключ к экономному электрическому отоплению – использование ночного тарифа и тепловых аккумуляторов. Система работает просто: ночью, когда электричество дешевле в 2-3 раза, мощные ТЭНы нагревают большой объем воды (от 1000 литров) до высокой температуры. Днем эта аккумулированная энергия постепенно отдается в систему отопления.



Рисунок 4 – Электрическое отопление

Наиболее разумным подходом для большинства домовладельцев становится создание комбинированной системы отопления.

Классическая комбинация – твердотопливный котел длительного горения плюс электрический котел с тепловым аккумулятором. Днем дом отапливается

дровами или пеллетами, а ночью поддержание температуры берет на себя электрическая система, работающая по льготному тарифу.



Рисунок 5 - Комбинированная система

Сравним рассмотренные альтернативные варианты (табл.1)

Таблица 1 – Сравнение альтернативных видов топлива

Тип топлива	Стоимость за кВт тепла (руб.)	Удобство эксплуатации	Автономность
Магистральный газ	0,53	Максимальное	Низкая
Газгольдер	2,3-2,5	Высокое	Высокая
Дрова	0,90	Низкое	Высокая
Пеллеты	1,3-1,4	Среднее	Высокая
Электричество	3,5-4,0	Максимальное	Низкая

Инфракрасные системы отопления представляют совершенно иной подход к созданию комфортной температуры в доме. Вместо нагрева воздуха они нагревают поверхности – стены, пол, мебель, которые затем отдают тепло в помещение.

При инфракрасном отоплении комфортная температура воздуха может быть на 2-3 градуса ниже, чем при традиционном, поскольку человек получает тепло напрямую от излучения. Это дает экономию энергии до 30-40%.



Рисунок 6 – Инфракрасные панели

Преимущества инфракрасных обогревателей заключаются в износостойкости, высокой эффективности и предельной простоте в установке. Вдобавок они недорого стоят и выпускаются в большом количестве вариантов исполнения.

По принципу функционирования теплонасосы похожи на обычные кондиционеры. Они получают тепловую энергию из природных источников (почва, воздух, вода) и аккумулируют ее, передавая затем системе отопления жилья. Такие отопительные системы обладают высокой производительностью и могут эксплуатироваться в течение круглого года. Среди их недостатков следует отметить сравнительно короткий срок службы (пятнадцать-двадцать лет), дороговизну и сложность установки.



Рисунок 7 – Тепловой насос

Геотермальные системы, использующие тепло земли, показывают выдающуюся эффективность в любых климатических условиях. Земляной контур, заложенный на глубину промерзания, позволяет извлекать тепло даже в самые суровые морозы.

Солнечные коллекторы для отопления работают даже зимой, эффективно используя рассеянное солнечное излучение. Современные вакуумные коллекторы способны нагревать теплоноситель даже при температуре воздуха - 20°C. В сочетании с тепловым аккумулятором большого объема они могут обеспечить значительную часть потребности дома в тепле.



Рисунок 8 – Солнечный коллектор и ветрогенератор

Современные установки ветрогенераторов работают практически бесшумно и начинают вырабатывать электроэнергию уже при скорости ветра 3-4 м/с. Накопленная энергия может использоваться для электрического отопления или работы тепловых насосов.

Эксплуатация альтернативных отопительных систем – выгодная инвестиция в будущее, которая позволяет экономить весьма ощутимые денежные суммы с учетом текущего размера тарифов и их непрерывного повышения. В связи с тем, что описанные выше способы отопления пока не получили широкого распространения, стоимость необходимого для их использования оборудования остается достаточно высокой. Тем не менее, затраты на покупку этого оборудования окупаются за один-два года. При выборе конкретного метода необходимо учитывать имеющиеся условия – местонахождение жилья, количество требуемой тепловой энергии и др.

Список источников

1. Альтернативное отопительное оборудование для частного дома [Электронный источник]. Режим доступа: https://www.teplokomplekt.ru/info/articles/2022/alternativnoe_otopitelnoe_oborudovanie_dlya_chastnogo_doma/
2. Чем отапливать дом без газа: экспертное руководство для комфортной жизни [Электронный источник]. Режим доступа: <https://stndrt.ru/zhurnal/chem-otaplivat-dom-bez-gaza/>
3. Нагибина, Е. П. Применение геотермальных насосов в системе отопления / Е. П. Нагибина, Т. В. Федюнина // 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. 153-156. – EDN CFTFMT.
4. Спиридонова, Е. В. Использование систем солнечных коллекторов для теплоснабжения зданий / Е. В. Спиридонова, Т. В. Федюнина //

Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения : Материалы XII Национальной конференции с международным участием, Саратов, 21–22 апреля 2022 года. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. – С. 105-112. – EDN VPTYTN.

5. Заева, К. А. Современные системы отопления частных домов / К. А. Заева, Т. В. Федюнина // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения : Материалы X Национальной конференции с международным участием, Саратов, 23–24 апреля 2020 года. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2020. – С. 100-102. – EDN SUHWXO.

6. Ключева, Н. А. Сравнительный анализ систем отопления / Н. А. Ключева, Т. В. Федюнина // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения : Материалы X Национальной конференции с международным участием, Саратов, 23–24 апреля 2020 года. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2020. – С. 106-108. – EDN IVLEIJ.

© Нагибин С.Н., Федюнина Т.В., 2025

Обзорная статья
УДК: 620.91, 620.92

ПРОБЛЕМАТИКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ В ЧАСТИ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА.

Михаил Алексеевич Никулин, магистр ¹

Научный руководитель – доцент кафедры «Теплогазоснабжение и нефтегазовое дело» СГТУ Наумова Ольга Валерьевна ²

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

¹mishanik2002.mn@gmail.com

Аннотация. В данной обзорной статье описываются общие причины медленного развития методик экономии ТЭР и вероятные направления их перспективного развития.

Ключевые слова: энергоэффективность, вентиляция, отопление, энергия, топливно-энергетические ресурсы, инженерное обеспечение, производственные здания и сооружения, ТЭР, ресурсы, экономия.

Для цитирования: Никулин М.А Проблематика энергоэффективного использования топливно-энергетических ресурсов на промышленных предприятиях в части систем теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха. // Основы рационального природопользования:

Review article

PROBLEMS OF ENERGY-EFFICIENT USE OF FUEL AND ENERGY RESOURCES IN INDUSTRIAL ENTERPRISES IN TERMS OF HEAT AND GAS SUPPLY SYSTEMS, VENTILATION AND AIR CONDITIONING

Mikhail Alekseevich Nikulin, master¹

Scientific supervisor – Associate Professor of the Department "Heat and Gas Supply and Oil and Gas business" Olga V. Naumova²

^{1,2}Saratov State Technical University named after Yu. A. Gagarin, Saratov, Russia

¹mishanik2002.mn@gmail.com

Annotation. This review article describes the general reasons for the slow development of energy-saving technologies and the possible directions for their future development.

Keywords: energy efficiency, ventilation, heating, energy, fuel and energy resources, engineering support, industrial buildings and structures, fuel and energy resources, resources, savings.

For citation: Nikulin M.A. Problems of energy-efficient use of fuel and energy resources at industrial enterprises in terms of heating, ventilation, and air conditioning systems // Fundamentals of Rational Use of Natural Resources: proceedings of the XI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilovsky University, 2025, p.391

Как известно, деятельность человека распространяется на почти любую часть окружающего нас мира. Начиная от прото-человека и заканчивая современным представителем homo sapiens, наш вид всегда так или иначе взаимодействовал и изменял природу вокруг. Охотники собирали добывали пропитание кочуя по степям и лесам, оседлые народы возделывали землю и вырубали леса, а современный человек производит бесчисленное количество продуктов, изделий, механизмов и иных благ посредством промышленного производства, которое берет своё начало из древнейших ремесел.

По мере усложнения социальной составляющей общества, экономических связей и развития научно-технического прогресса возникали все новые и новые формы производств. Ведение хозяйства для нужд племени, плетение корзин в поселении, работа сначала в ремесленной мастерской, а затем и в ремесленной гильдии, строительство мануфактур, и, наконец, возведение заводов является таким же важным путём развития человечества, как и культурное развитие или расширение области научных знаний. Там, где один ремесленник изготавливал десятки единиц продукции в месяц, теперь производятся миллионы экземпляров товара различной направленности.

Однако, помимо возросших объемов производства, выросло и количество потребляемых ресурсов для создания вышеобозначенной продукции. При этом речь идет не только о сырье, в виде материалов для непосредственного создания изделия. Так же возросли расходы на обучение персонала работе с производящим оборудованием, возросла наукоёмкость производств, где технологические процессы порой включают в себя десятки тысяч операций. И нельзя не сказать о возросшей энергоёмкости современных производственных линий. Там, где раньше хватало относительно небольшого количества угля для кузни, теперь тратятся тысячи кубометров углеводородов и используются мегаватты электроэнергии. И если с необходимостью экономии сырья и времени общество столкнулось вскоре после промышленной революции, то развитие методов экономии топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) до сих пор находится в зачаточном состоянии [1, с. 2], а существующие исследования зачастую поверхностны и не несут в себе опробованных эффективных методик экономии энергоресурсов. В данной обзорной статье описываются общие причины медленного развития методик экономии ТЭР и вероятные направления их перспективного развития.

Для того, чтобы определить, каким образом можно повысить энергоэффективность технологических процессов и сопутствующих затрат на инженерное обеспечение этих процессов (отопление зданий, подача горячего водоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, поставка газа для бытовых нужд, подача теплоносителя для вентиляционных установок) следует определить из чего состоят данные расходы топливно-энергетических ресурсов. На примере ООО «Уральский турбинный завод» (ООО «УТЗ») видно [2, с. 15], что 72% затрат на ТЭР приходится на тепловую энергию, 23% - на электрическую, а оставшаяся часть на природный газ и горюче-смазочные материалы (ГСМ). Таким образом, можно структурировать расходы предприятия на топливно-энергетические ресурсы. Принципиальная схема составляющих ТЭР представлена на рисунке 1.

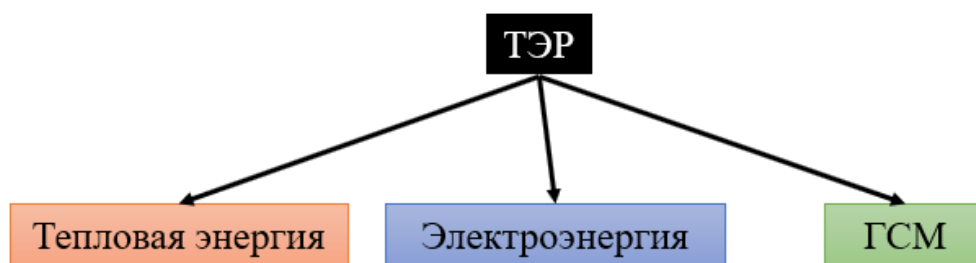


Рисунок 1. Принципиальная схема составляющих ТЭР

В свою очередь, каждый из «столпов» расходов ТЭР можно разделить на более мелкие составляющие:

I. Тепловая энергия:

1. Теплоноситель для поддержания технологических процессов;
2. Теплоноситель для работы систем инженерного обеспечения;
3. Углеводородные ресурсы задействованные в производстве продукции .

II. Электроэнергия:

1. Электроэнергия для технологии производства;
2. Электроэнергия для работы систем инженерного обеспечения;
3. Электроэнергия на административно-бытовые нужды.

III. ГСМ:

1. ГСМ на нужды технологического автопарка;
2. ГСМ на хозяйственно-бытовые нужды предприятия.

Теперь, когда основные составляющие части ТЭР предприятия определены, появляется возможность составить список основных аспектов для повышения энергоэффективности путём снижения энергозатрат на производстве [3,4]:

1. Энергоаудит предприятия – такая процедура позволит систематизировать данные об энергопотреблении различных технологических процессов и подобрать наиболее эффективные пути повышения эффективности производства.

2. Разработка методических указаний для персонала предприятия – введение нормативов на использование энергоресурсов, табелирование отпуска ГСМ, учёт времени работы оборудования, инструктаж работников по экономии энергоресурсов.

3. Автоматизация работы инженерных систем, в частности, отопления и вентиляции – применение датчиков температуры, присутствия и запуск систем по графику позволит исключить работу приточных установок и отопительных приборов в период отсутствия рабочих в помещениях.

4. Контроль за состоянием наружных инженерных коммуникаций – создание графика планового осмотра магистральных трубопроводов с целью поддержания целостности теплоизоляции, что позволит сократить расходы на поставку теплоносителя.

5. Улучшение технологии производства продукции – само по себе снижает количество ненужной работы, такой как исправление брака или перевыпуск изделий, что экономит драгоценную энергию.

6. Проведение комплексного утепления ограждающих конструкций цехов, складов, административно-бытовых помещений – качественная теплоизоляция стен позволит сэкономить на обогреве зданий как тепловую энергию, так и ресурс установок инженерного обеспечения.

Таким образом, после условной структуризации расходов ТЭР на предприятии были выделены некоторые методы снижения расхода энергетических ресурсов. Стоит отметить, что соотношение тепловой энергии, электроэнергии и ГСМ для разных предприятий может изменяться, как и методы уменьшения затрат на энергию, а отечественной науке и регламентирующим

органам предстоит не малый путь по внедрению эффективных энергосберегающих мероприятий.

Список источников

1. Сергеев Н. Н. Некоторые проблемы и функции энергосбережения на промышленном предприятии // Проблемы современной экономики (Новосибирск). 2010. №2-3
2. Ерофеева О. А. Проблемы энергосбережения на российских промышленных предприятиях / О. А. Ерофеева, В. Н. Мамяченков // УрФО: Строительство. ЖКХ. — № 02 (90). — 2015. — С. 15-17..
3. Наумова О.В. Энергосберегающие технологии в системах теплогазоснабжения и вентиляции / О.В. Наумова, Д.С. Катков. Учебное пособие, Саратов: ООО «Кубик», 2022, 108с.
4. Кондрина Д.Е., Энергоаудит промышленных предприятий / Д.Е. Кондрина, О.В. Наумова // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Материалы IX национальной конференции с международным участием. Саратов. ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ им.Н.И.Вавилова», 2019 – С.148-150

© Никулин М.А., 2025

Научная статья
УДК 697

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Светлана Сергеевна Орлова, к.т.н., доцент¹,
Татьяна Анатольевна Панкова, к.т.н., доцент²,
Елена Николаевна Миркина, к.т.н., доцент³

^{1,2,3}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹ orlovass77@mail.ru

² vtanja@mail.ru

³ docentmirkina@rambler.ru

Аннотация. В статье рассмотрены источники теплоснабжения объектов жилищно-коммунального комплекса и организаций бюджетной сферы Саратовской области. Проведён анализ потребления тепловой энергии на цели отопления в зависимости от среднемесячной температуры наружного воздуха и температуры внутри помещения. В качестве способа повышения энергоэффективности систем теплоснабжения предложен перевод каждого учреждения на индивидуальное теплоснабжение от автономных источников тепла, работающих на газообразном топливе.

Ключевые слова: система теплоснабжения, отопление, тепловая энергия,

эффективность, энергосбережение, здание

Для цитирования: Орлова С.С., Панкова Т.А., Миркина Е.Н. Анализ эффективности работы систем теплоснабжения // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.395

Original article

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF HEAT SUPPLY SYSTEMS

Svetlana Sergeevna Orlova, Ph.D., Associate Professor¹,

Tatyana Anatolyevna Pankova, Ph.D., Associate Professor²,

Elena Nikolaevna Mirkina, Ph.D., Associate Professor³

^{1,2,3} Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹ orlovass77@mail.ru

² vtanja@mail.ru

³ docentmirkina@rambler.ru

Annotation. The article considers the sources of heat supply for housing and communal complex facilities and public sector organizations in the Saratov region. The analysis of thermal energy consumption for heating purposes is carried out depending on the average monthly outdoor temperature and indoor temperature. The transfer of each institution to individual heat supply from autonomous heat sources running on gaseous fuels is proposed as a way to increase the energy efficiency of heat supply systems.

Keywords: heat supply system, heating, thermal energy, efficiency, energy saving, building

For citation: Orlova S.S., Pankova T.A., Mirkina E.N. Efficiency Analysis of Heat Supply Systems // Fundamentals of Rational Use of Natural Resources: proceedings of the XI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilovsky University, 2025, p.395

Одним из важнейших направлений для повышения эффективности работы организаций бюджетной сферы является рациональное использование топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Источники теплоснабжения объектов жилищно-коммунального комплекса и социальной сферы Саратовской области оснащены, как правило, водогрейными котлами относительно небольшой мощности [1, с. 166]. Из общего количества теплоисточников в области достаточно существенную долю в котельном оборудовании занимают котлы устаревших конструкций, в том числе «Универсал», «Минск», «Братск», «Тула», «Энергия», «НР-18», «ТВГ», «Наделяева» [2, с. 121].

Средний показатель тепловой эффективности котлов не превышает 60...70%, что приводит к перерасходу топлива и соответственно к нерациональным затратам энергоснабжающих организаций на топливно-энергетические ресурсы [3, с. 59]. Улучшение теплотехнических показателей действующих котельных возможно на основе технического перевооружения, включая замену основного и вспомогательного оборудования, а также сетей газоснабжения.

Основные финансовые затраты на оплату ТЭР, потребляемые системой теплоснабжения объекта, приходятся на тепловую энергию [4, с. 30]. Учитывая ежегодно возрастающие тарифы и высокий уровень потребления энергоресурсов, основной потребностью объекта является сокращение затрат на ТЭР, исходя из этого следует рассмотреть возможность проведения мероприятий по энергосбережению связанных с оптимизацией системы теплоснабжения [5, с. 31].

На примере здания МОУ ООШ с. Арбузовка Ивантеевского района Саратовской области проведена оценка работы системы отопления на потребление тепловой энергии. Тепловая энергия для учреждения поступает централизованно от муниципальной котельной.

Система отопления здания учреждения выполнена в виде чугунных радиаторов и стальных регистров в помещении спортзала. Система отопления открытая, зависимая, однотрубная с горизонтальными лежаками и вертикальными стояками. Запорно-регулирующая арматура на отопительных приборах отсутствует, что исключает возможность индивидуального регулирования температуры в помещениях и проведения балансировки системы отопления.

Результаты сравнительного анализа нормативных (согласно СП 131.13330.2020) и фактических среднемесячных температур за 2023-2024 годы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты сравнительного анализа нормативных и фактических среднемесячных температур наружного воздуха

год	среднемесячные температуры наружного воздуха по месяцам											
/СП	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
2023	-10,4	-2,1	1,2	12,3	17,5	22,2	25,2	26,9	13,5	6,4	-2,4	-10,0
2024	-9,4	-7,4	-0,8	9,1	15,7	19,4	24,2	25,2	17,1	7,2	1,6	-5,4
СП ¹	-10,6	-10,4	-4,6	6,3	14,5	18,6	20,6	19,2	12,9	5,2	-1,5	-7,6

Примечание: СП¹ – данные согласно СП 131.13330.2020 «Строительная климатология».

В соответствии с проведённым анализом среднемесячных температур, можно сделать вывод, что фактическое среднегодовое значение температуры за

2022г. не существенно отличается от нормативного базового и лишь в осенне-весенний период имеет различия в средних температурах в амплитуде 4-8°C.

Данные колебания температуры в переходный период существенно сказываются на потреблении тепловой энергии, а в виду отсутствия гибкого и оперативного регулирования работы теплоисточника приводят к завышенным затратам энергоресурса при выработке тепловой энергии.

В соответствии с СП 50.13330.2024 «Тепловая защита зданий» расчетная температура внутреннего воздуха для расчета теплозащиты и систем отопления и вентиляции принимается в соответствии с нормативной, для ближайшей нормативно-климатической точки.

Градусо-сутки отопительного периода рассчитаны по формуле:

$$D_d = (t_b - t_{cp}^{оп}) \cdot z_{ht} = (22 - (-4,2)) \cdot 199 = 5213,8 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут.}$$

где t_b – средняя температура внутреннего воздуха в отапливаемых помещениях здания, $t_b = 22^\circ\text{C}$ (принята из допустимого диапазона температур из ГОСТ 30494-2011);

$t_{опер}$ – средняя температура отопительного периода, $t_{опер} = -4,2^\circ\text{C}$ (из СП 131.13330.2020 как средняя температура периода со средней температурой воздуха $\leq 10(8)^\circ\text{C}$);

z_{ht} – продолжительность отопительного периода $z_{ht} = 199$ сут. (из СП 131.13330.2020 как продолжительность периода со средней температурой воздуха $\leq 10(8)^\circ\text{C}$).

Объем потребления тепловой энергии МОУ ООШ с. Арбузовка в отопительный период (январь - апрель, октябрь - декабрь) представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Общее потребление тепловой энергии

общее потребление	месяцы							
	01	02	03	04	10	11	12	итого
Гкал	97,905	85,171	77,829	71,542	68,048	81,140	59,271	540,91
т у.т. ¹	14,548	12,656	11,565	10,631	10,111	12,057	8,807	80,378

Примечание: т у.т.¹ – Согласно Постановления Госкомстата Российской Федерации от 23.06.1999г. №46 «Об утверждении «Методологических положений по расчёту топливно-энергетического баланса Российской Федерации в соответствии с международной практикой»

На рисунке 1 проведён анализ потребления тепловой энергии на цели отопления в зависимости от среднемесячной температуры наружного воздуха и температуры внутри помещения.

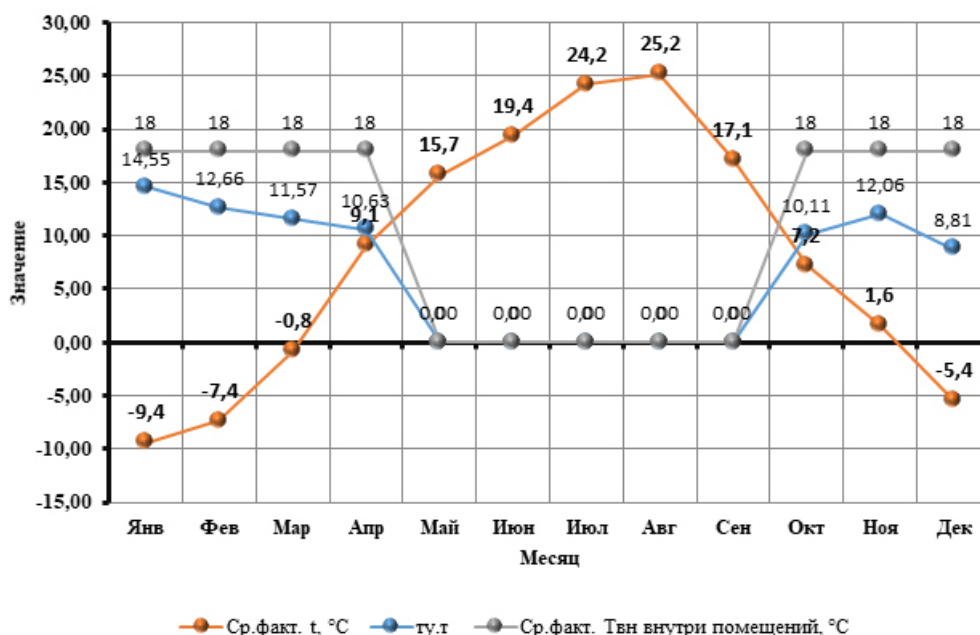


Рисунок 1 – Изменение климатических характеристик в районе расположения объекта исследования

В соответствии с диаграммой видно, что чем ниже температура наружного воздуха, тем больше затрачивается тепловой энергии на нужды отопления. Изменения в осенне-весенний период, такие как повышение потребления энергетического ресурса на цели отопления при повышении температуры наружного воздуха с одновременным снижением температуры внутри помещения может быть связано с интенсификацией процессов инфильтрации и эксфильтрации воздуха. Данный факт говорит о низком уровне энергосбережения в учреждении. Так как выработка тепловой энергии осуществляется на низкоэффективном теплоэнергетическом оборудовании и по сравнению с аналогичным современным и энергоэффективным оборудованием, затраты на выработку единицы тепловой энергии существенно выше.

Одним из способов уменьшения теплопотерь является сокращение протяженности теплотрассы. Такой вопрос может решить применение котлов наружного размещения (КНР) работающих на газообразном топливе. Это стандартные агрегаты в утепленном кожухе с дымоотводом и трубопроводом, соединяющим их с отопляемыми помещениями. Несмотря на то, что газовое котельное оборудование наружного размещения выпускается серийно, с выполнением всех ТУ и не нуждается в оборудованном помещении и обслуживающем персонале, сложность установки КНР заключается в требованиях, предъявляемых надзорными органами, а также в условиях их размещения [6, с. 154]. Для защиты от внешних агрессивных факторов они заключены в металлические коробки, утепленные со всех сторон минеральной ватой или другим теплоизоляционным материалом. По конструкции модели отличаются, но чаще всего принцип их работы заключается в использовании газовой горелки.

Благодаря таким особенностям, как экономия денежных средств на монтаж и эксплуатацию, низкий уровень шума, безопасность персонала,

высокое качество изготовления и долговечность, наружные теплоисточники получают все большее распространение.

В заключении следует отметить, что принимая во внимание ежегодные повышение цены на природный газ, затраты на получение тепловой энергии ежегодно возрастают. Соответственно, более перспективным представляется направление по модернизации с полной заменой оборудования или переводе каждого учреждения на индивидуальное теплоснабжение от автономных источников тепла, работающих на газообразном топливе.

Список источников

1. Орлова, С. С. Пожарная опасность систем отопления / С. С. Орлова, О. В. Михеева // Основы рационального природопользования : Материалы VII Национальной конференции с международным участием, Саратов, 18–19 ноября 2021 года. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2021. – С. 165-167. – EDN QEIFAT.

2. Середкин, А. А. Анализ режимных параметров системы отопления с целью разработки оптимального метода местного регулирования подачи тепла / А. А. Середкин, М. В. Кобылкин, Ю. О. Риккер // Грозненский естественнонаучный бюллетень. – 2023. – Т. 8, № 2(32). – С. 115-123. – DOI 10.25744/genb.2023.83.88.015. – EDN QYAFCV.

3. Панкова, Т. А. Анализ энергосберегающих систем отопления / Т. А. Панкова, С. С. Орлова // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения : Материалы XIII Национальной конференции с международным участием, Саратов, 20–21 апреля 2023 года / Под редакцией Б.В. Фисенко. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2023. – С. 57-60. – EDN MSCUPG.

4. Метод диагностики режимов работы индивидуальных тепловых пунктов, позволяющий выявлять предаварийные ситуации на ранней стадии / А. И. Дворцовой, О. В. Боруш, В. А. Хорева, И. Н. Яковина // Проблемы региональной энергетики. – 2024. – № 4(64). – С. 21-33. – DOI 10.52254/1857-0070.2024.4-64.03. – EDN LTFKDR.

5. Власова, А. Ю. Анализ современных экономически целесообразных подходов в проектировании систем теплоснабжения / А. Ю. Власова, Р. Р. Вилданов, К. Р. Гиниятова // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 9, № 5(146). – С. 28-33. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2024.05.09.004. – EDN POBVO.

6. Общие принципы технического обслуживания инженерных систем и сооружений / О. В. Михеева, Е. Н. Миркина, С. С. Орлова, Т. А. Панкова // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы XII Национальной конференции с международным участием, Саратов, 21–22 апреля 2022 года. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. – С. 150-155. – EDN MUWANM.

© Орлова С.С., Панкова Т.А., Миркина Е.Н., 2025

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ НА ОБЪЕКТАХ ЖКХ

Сергей Владимирович Приказчиков¹, магистр

Ольга Валентиновна Михеева², к.т.н., доцент

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

¹Spr3y@vk.com

²omuk@inbox.ru

Аннотация. Проведение анализа ключевых проблем, характерных для эксплуатации систем газоснабжения в сфере жилищно-коммунального хозяйства, представляется важной задачей. В рамках данного исследования рассматривается действующая нормативная база, исторические предпосылки формирования текущей ситуации. На основе изучения аварийных случаев в России и других странах выявляются системные недостатки. Отдельное внимание уделено зарубежным практикам, современным технологическим решениям в Российской Федерации и перспективам развития данной отрасли. Основной целью работы является обобщение существующих проблемных зон и формулировка возможных направлений для повышения уровня безопасности и надежности систем газоснабжения в сфере ЖКХ.

Ключевые слова: газоснабжение, ЖКХ, эксплуатация, износ сетей, безопасность, нормативная база, аварии, диспетчеризация, умные счетчики.

Для цитирования: Приказчиков С.В., Михеева О.В. Анализ проблем эксплуатации систем газоснабжения на объектах ЖКХ // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.401

Original article

ANALYSIS OF OPERATIONAL PROBLEMS OF GAS SUPPLY SYSTEMS AT HOUSING AND UTILITIES FACILITIES

Sergey Vladimirovich Prikazchikov¹, Master's Degree

Olga Valentinovna Mikheeva², PhD, Associate Professor

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

¹Spr3y@vk.com

²omuk@inbox.ru

Abstract. Analyzing key issues specific to the operation of gas supply systems in the housing and utilities sector is an important task. This study examines the current regulatory framework and the historical background to the current situation. Systemic deficiencies are identified through a study of accidents in Russia and other countries. Special attention is given to international practices, modern technological solutions in the Russian Federation, and the industry's development prospects. The primary goal of this work is to summarize existing problem areas and identify potential areas for improving the safety and reliability of gas supply systems in the housing and utilities sector.

Keywords: Gas supply, housing and communal services, operation, network wear and tear, safety, regulatory framework, accidents, dispatching, smart meters

For citation: Prikazchikov S.V., Mikheeva O.V. Analysis of problems in the operation of gas supply systems at housing and communal services facilities // Fundamentals of rational nature management: Proceedings of the XI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2025, p.401

Системы газоснабжения справедливо считаются одним из важнейших элементов инфраструктуры жилищно-коммунального комплекса, обеспечивающим потребителей тепловой энергией и горячим водоснабжением. При этом свойства природного газа, его высокая энергоемкость и взрывоопасность, формируют особые требования к обеспечению безопасных условий его использования. Даже с учетом наличия развитой системы нормативного регулирования, процесс эксплуатации газовых систем на объектах ЖКХ сталкивается с рядом устойчивых проблем, которые зачастую становятся причиной аварийных ситуаций, влекущих за собой серьезные последствия. Актуальность настоящего исследования определяется потребностью в системном анализе указанных проблем, исследовании их причин и выработке комплексного подхода к повышению уровня безопасности в данной сфере.

Практика эксплуатации объектов газового хозяйства в сфере ЖКХ позволяет выявить комплекс взаимосвязанных проблем, которые могут быть структурированы по нескольким ключевым направлениям.

Высокий уровень износа инфраструктуры. Данная проблема продолжает оставаться одной из наиболее серьезных. Существенный объем распределительных сетей, а также газоиспользующего оборудования в жилищном фонде, построенном в советский и ранний постсоветский период, приблизился или уже достиг предельного срока службы. Развитие коррозионных процессов в металлических трубах, износ уплотнительных материалов создают постоянные риски возникновения утечек и потери герметичности систем.

Влияние человеческого фактора. В эту категорию входят:

· Низкий уровень осведомленности потребителей:
несанкционированное проведение переустройства помещений, самостоятельное

подключение и ремонт газовых приборов, блокирование вентиляционных каналов.

- Ошибки со стороны обслуживающего персонала: несоблюдение установленных правил при проведении монтажных, пуско-наладочных и сервисных работ.

- Противоправные действия, такие как несанкционированное вмешательство в работу систем учета.

Проблемы организационного и финансового характера.

- Дефицит финансирования мероприятий по планово-предупредительному ремонту и модернизации инфраструктуры.

- Слабая координация между управляющими организациями, ресурсоснабжающими компаниями и контролирующими органами.

- Низкая эффективность контроля за состоянием внутриквартирного газового оборудования, обусловленная в том числе ограничениями доступа в жилые помещения для проведения проверок [2].

Эксплуатационные риски.

- Нарушение нормативного режима работы дымоходов и вентиляционных систем, что может привести к отравлению продуктами сгорания.

- Несвоевременное выявление утечек газа, связанное с недостаточным оснащением системами автоматического контроля.

Сфера эксплуатации систем газоснабжения на территории Российской Федерации регулируется значительным массивом нормативно-правовых документов. К числу основных из них можно отнести:

- Федеральный закон № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [1].

- Федеральный закон № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [1], который относит газораспределительные системы к категории опасных.

- Постановление Правительства РФ № 410 «О мерах по обеспечению безопасности при использовании и содержании внутридомового и внутриквартирного газового оборудования» [2]. Указанный документ определяет порядок заключения договоров на техническое обслуживание, регламентирует состав работ и разграничивает ответственность сторон.

- СП 62.13330.2011 «Газораспределительные системы» [3], представляющий собой актуализированную редакцию СНиП 42-01-2002 и являющийся основным документом для проектирования и строительства.

- СП 402.1325800.2018 «Системы газопотребления жилых зданий. Правила проектирования и монтажа» [4].

Несмотря на наличие детальной нормативной базы, ее ключевой проблемой продолжает оставаться вопрос практической реализации и эффективного контроля, особенно в части эксплуатации внутриквартирного газового оборудования.

Исторический контекст развития системы газоснабжения в СССР и России во многом обусловил возникновение современных проблем.

- 1950-1970-е годы: Этап активного развития газификации. В этот период происходило строительство магистральных газопроводов и создание городских распределительных сетей. Основной акцент зачастую делался на темпах и объемах работ, что в ряде случаев могло негативно сказаться на качестве применяемых материалов и долговечности объектов.

- 1980-е годы: Время массовой газификации индивидуальных жилых домов и многоквартирных зданий. Значительная часть эксплуатируемого в настоящее время жилищного фонда была подключена к газоснабжению именно в этот период. Расчетный срок службы стальных труб, установленных в то время, составляет 40 и более лет, что напрямую объясняет высокую степень их износа на сегодняшний день.

- 1990-е – начало 2000-х годов: Период, характеризующийся системным кризисом в экономике. Объемы финансирования мероприятий по эксплуатации и модернизации газового хозяйства были минимальными, плановые профилактические работы часто не выполнялись, что способствовало накоплению нерешенных проблем.

- С 2000-х годов по настоящее время: Принятие новых нормативных документов, в первую очередь Постановления №410 [2], попытки систематизации деятельности через институт обязательного договорного обслуживания. Начало активного применения современных материалов, таких как полиэтиленовые трубы, и новых технологий диагностики.

Изучение обстоятельств крупных аварийных случаев позволяет выделить повторяющиеся сценарии и системные недоработки.

Россия:

- Взрыв в жилом доме в Магнитогорске (2018): Данная трагедия стала одной из самых масштабных по своим последствиям, приведя к обрушению подъезда многоквартирного дома. По результатам расследования, официальной причиной была признана утечка бытового газа, вызванная повреждением стального газопровода-ввода, подверженного коррозии [9]. Этот инцидент является характерным примером последствий чрезмерного износа инфраструктуры.

Зарубежный опыт:

- Взрывы на газопроводах в США: в качестве примера можно привести аварию в Сан-Бруно (Калифорния, 2010 год), где взрыв на магистральном газопроводе стал причиной гибели людей. Расследование, проведенное Национальным советом по безопасности на транспорте (NTSB), выявило некачественный монтаж, выполненный decades ago, недостатки в системе документирования и контроля состояния трубопровода, а также несвоевременное реагирование оператора [6]. Последствием данной аварии стало существенное ужесточение федерального законодательства и широкое внедрение систем автоматического отключения.

Передовые практики, применяемые в других странах, демонстрируют ряд эффективных решений для проблем, актуальных и для Российской Федерации.

- Проактивный мониторинг и диагностика: В странах Европы и Северной Америки получили широкое распространение интеллектуальные системы диагностики, такие как внутритрубные дефектоскопы и спутниковый мониторинг смещений грунта, позволяющие прогнозировать и предотвращать аварийные ситуации. Систематический сбор и анализ данных об инцидентах осуществляется специализированными организациями, например, European Gas Pipeline Incident Data Group (EGIG) [7].

- Широкое применение полиэтиленовых труб: Данные материалы обладают устойчивостью к коррозии, значительным сроком службы и высокой стойкостью к динамическим нагрузкам. В России их использование также расширяется, однако доля стальных сетей продолжает оставаться значительной.

- Обязательное оснащение системами автоматики: Практически все новое газовое оборудование, устанавливаемое в странах ЕС, комплектуется датчиками утечки, системами газ-контроля и отсечными клапанами, срабатывающими при seismic events или значительных утечках.

- Формирование культуры безопасности: Проведение регулярных информационных кампаний, организованных как государственными структурами, так и компаниями-операторами, способствует формированию ответственного отношения населения к использованию газа.

В Российской Федерации газовая отрасль демонстрирует активное внедрение современных технологических решений, хотя темпы этого процесса могут различаться в отдельных регионах [5; 8].

- Беспилотная диагностика: Применение беспилотных летательных аппаратов, оснащенных тепловизорами и газоанализаторами, для инспекции трасс газопроводов и оперативного выявления утечек, что находит подтверждение в перспективных исследованиях [10].

- Геоинформационные системы (ГИС): Разработка цифровых моделей газораспределительных сетей, что создает основу для эффективного управления активами, планирования ремонтных работ и моделирования аварийных ситуаций в рамках концепции «Цифрового газораспределительного комплекса» [8].

- Интеллектуальные системы учета: Реализация пилотных проектов по установке счетчиков, обеспечивающих дистанционный сбор данных, контроль расхода и автоматическое оповещение о нештатных ситуациях.

- Применение новых материалов: Плановая работа по замене стальных подземных газопроводов на полиэтиленовые.

- Автоматизированные системы контроля утечек (АСКУГ): Монтаж стационарных датчиков в колодцах, каналах и цокольных этажах зданий с передачей сигналов в диспетчерские службы.

Дальнейшее развитие отрасли газоснабжения связано с процессами цифровизации, совершенствованием нормативной базы и внедрением новых материалов и технологий.

1. Цифровая трансформация: Комплексное внедрение технологий Интернета вещей (IoT), при котором ключевые элементы системы будут оснащены датчиками и подключены к единому центру управления. Это создаст условия для перехода от планово-предупредительного обслуживания к обслуживанию по фактическому состоянию.

2. Развитие нормативного регулирования: Адаптация нормативной базы к новым вызовам, включая интеграцию систем газоснабжения с инфраструктурой «умных городов» и регулирование вопросов использования водородных смесей.

3. Расширение практики страхования: Развитие механизмов страхования гражданской ответственности за вред от аварий на объектах газового хозяйства может стать дополнительным стимулом для соблюдения норм безопасности всеми участниками процесса.

4. Взаимодействие с потребителями: Создание удобных цифровых сервисов для заказа услуг, информирования о плановых работах и проведения разъяснительной работы с населением.

Таким образом, проблемы, характерные для эксплуатации систем газоснабжения на объектах ЖКХ, отличаются системным и многоаспектным характером. Их истоки лежат в исторических особенностях развития газификации, длительном периоде недостаточного финансирования модернизации, а также в комплексе организационных трудностей и факторе человеческой ошибки.

Для решения этих проблем необходим комплексный подход.

Наряду с наращиванием темпов замены физически изношенных и морально устаревших сетей, требуется активное внедрение современных систем диагностики и управления. Не менее важным представляется совершенствование нормативно-правовой базы и усиление контроля за ее практическим выполнением. Существенную роль может сыграть изучение и адаптация положительного международного опыта, особенно в части оснащения жилых помещений системами автоматической газозащиты.

Ключевым условием достижения результата является переход от практики реагирования на уже произошедшие аварии к их прогнозированию и профилактике на основе данных, получаемых от цифровых систем [5; 8]. Именно такой комплексный подход способен обеспечить требуемый уровень безопасности и надежности газоснабжения для миллионов потребителей в сфере жилищно-коммунального хозяйства.

Список источников

1. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ (ред. от 02.07.2021) «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95740/ (дата обращения: 25.09.2025).

2. Постановление Правительства РФ от 14.05.2013 № 410 (ред. от 08.09.2023) «О мерах по обеспечению безопасности при использовании и содержании внутридомового и внутриквартирного газового оборудования». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_146421/ (дата обращения: 30.09.2025).
3. СП 62.13330.2011 «Газораспределительные системы». Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002 (утв. Приказом Минрегиона России от 27.12.2010 № 780). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200087427> (дата обращения: 01.10.2025).
4. СП 402.1325800.2018 «Системы газопотребления жилых зданий. Правила проектирования и монтажа» (утв. Приказом Минстроя России от 25.12.2018 № 815/пр). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/554583468> (дата обращения: 03.10.2025).
5. Афанасьев, М.Б. Повышение эксплуатационной надежности систем газоснабжения / М.Б. Афанасьев, Д.А. Сафонов // Наука и техника в газовой промышленности. – 2021. – № 3(95). – С. 64-73. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/povyshenie-ekspluatatsionnoy-nadezhnosti-sistem-gazosnabzheniya> (дата обращения: 28.09.2025).
6. Окончательная версия Отчета по расследованию аварии в Сан-Бруно (NTSB/PAR-11/01) [Электронный ресурс]. – National Transportation Safety Board (NTSB), 2011. – Режим доступа: <https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Reports/PAR1101.pdf> (дата обращения: 02.10.2025).
7. EGIG. 11th Gas Pipeline Incident Report (1970 – 2021). – [Электронный ресурс]. – European Gas Pipeline Incident Data Group, 2022. – Режим доступа: https://www.egig.eu/_files/ugd/89a6a3_dad004e449a94a8b9d6c8a4ea75d96f8.pdf (дата обращения: 29.09.2025).
8. Цифровой газораспределительный комплекс [Электронный ресурс] // ПАО «Газпром». – Режим доступа: <https://www.gazprom.ru/projects/digital-gas/> (дата обращения: 04.10.2025).
9. Следственное управление СК РФ по Челябинской области завершило расследование уголовного дела по факту взрыва бытового газа в жилом доме в Магнитогорске [Электронный ресурс] // Следственный комитет РФ. – 2020. – Режим доступа: <https://chelobr.sledcom.ru/press/releases/item/1462471/> (дата обращения: 27.09.2025).
10. Петренко, А.В. Перспективы применения беспилотных летательных аппаратов для мониторинга объектов газотранспортной системы / А.В. Петренко, С.К. Лисовенко // Территория «НЕФТЕГАЗ». – 2022. – № 7-8. – С. 68-74. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/perspektivy-primeneniya-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-dlya-monitoringa-obektov-gazotransportnoy-sistemy> (дата обращения: 05.10.2025).

© Приказчиков С.В., Михеева О.В. , 2025

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОМАСЛЯНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО АГРЕГАТА

Ринат Самятович Сурмин, студент

Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,
г. Саратов, Россия

surmin0101@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются методы повышения эффективности газомасляного теплообменника в газоперекачивающем агрегате, широко применяемом на компрессорных станциях магистральных газопроводов. Основная проблема заключается в перегреве масла во время интенсивной работы компрессора, что приводит к снижению производительности, увеличению износа и риску аварий. Эффективность достигается преимущественно модификацией геометрии теплообменных поверхностей, такой как добавление рёбер, оптимизацией каналов и увеличением площади контакта для улучшения теплообмена. Дополнительно рассматриваются интеграция новых материалов (коррозионностойкие сплавы) и систем активного охлаждения (вентиляторы и датчики температуры) теплообменных поверхностей газомасляного теплообменника. Для оценки эффективности используются результаты экспериментальных испытаний на стендах, имитирующих условия эксплуатации газоперекачивающего агрегата ГПА-16У.

Ключевые слова: газомасляный теплообменник, газоперекачивающий агрегат, компрессор, компрессорная станция

Для цитирования: Сурмин Р.С. Повышение эффективности газомасляного теплообменника газоперекачивающего агрегата // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.408

Original article

INCREASING THE EFFICIENCY OF THE GAS-OIL HEAT EXCHANGER OF THE GAS PUMPING UNIT

Rinat Samyatovich Surmin, student

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia

surmin0101@yandex.ru

Abstract. The article discusses methods for increasing the efficiency of the gas-oil heat exchanger in the gas pumping unit, widely used at compressor stations of main gas pipelines. The main problem lies in the overheating of oil during intensive compressor operation, which leads to reduced productivity, increased wear, and the risk of accidents. Efficiency is achieved primarily through modification of the geometry of heat exchange surfaces, such as adding fins, optimizing channels, and increasing the contact area to improve heat exchange. Additionally, the integration of new materials (corrosion-resistant alloys) and active cooling systems (fans and temperature sensors) for the heat exchange surfaces of the gas-oil heat exchanger is considered. To assess efficiency, results from experimental tests on stands simulating the operating conditions of the GPA-16U gas pumping unit are used.

Keywords: gas-oil heat exchanger, gas pumping unit, compressor, compressor station

For citation: Surmin R.S. Improving the Efficiency of a Gas-Oil Heat Exchanger in a Gas-Pumping Unit // Fundamentals of Sustainable Natural Resource Management: Proceedings of the 11th National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025, P.408

Введение

Газоперекачивающие агрегаты (ГПА) типа ГПА-16У являются ключевым оборудованием на компрессорных станциях магистральных газопроводов в России [1]. Эти агрегаты обеспечивают транспортировку природного газа под высоким давлением, но их эффективность с одной стороны зависит от степени очистки природного газа [2,3], с другой от систем охлаждения, в частности от газомасляного теплообменника (ГМТ). ГМТ отвечает за охлаждение масла, циркулирующего в системе смазки компрессора, предотвращая перегрев, который может привести к снижению производительности, ускоренному износу компонентов и даже аварийным ситуациям.

В условиях интенсивной эксплуатации нагрузки на компрессоры достигают пиковых значений, перегрев масла становится критической проблемой. Традиционные конструкции ГМТ, такие как пластинчатые и трубчатые теплообменники, часто не справляются с задачей эффективного отвода тепла, что приводит к сокращению межремонтного периода.

Цель данной статьи — предложить инновационные методы повышения эффективности ГМТ путем модификации геометрии теплообменных поверхностей, а также интеграции вспомогательных технологий.

Обзор проблемы и текущих конструкций

Проблема перегрева масла

В ГПА-16У масло выполняет двойную функцию: смазки и охлаждения. Во время работы компрессора кинетическая энергия преобразуется в тепло, которое передается маслу. Если тепло не отводится эффективно, температура масла может превысить допустимые пределы, что приводит к:

снижению вязкости масла и ухудшению смазывающих свойств;
ускоренному износу подшипников и уплотнений;

рisku кавитации и механических повреждений;
увеличению энергопотребления из-за повышенной нагрузки на компрессор.

Статистика показывает, что на компрессорных станциях до 20% аварий связаны с перегревом систем охлаждения, что подтверждается отчетами ПАО "Газпром" за последние годы [4, 5].

Анализ текущих конструкций ГМТ

ГМТ в ГПА-16У обычно представляют собой пластинчатые или трубчатые теплообменники. Пластинчатые модели состоят из набора тонких пластин с каналами для масла и газа, обеспечивая высокую площадь контакта. Трубчатые варианты включают пучки труб, через которые проходит масло, а охлаждающий газ омывает внешнюю поверхность.

Однако эти конструкции имеют ограничения:

недостаточная площадь теплообмена при высоких скоростях потока;

недостаточная площадь теплообмена при высоких скоростях потока;

накопление отложений и коррозия, особенно в агрессивных средах с примесями серы и влаги в природном газе.

Эти проблемы усугубляются в российских условиях, где газ часто содержит примеси, а климатические колебания требуют адаптивных систем охлаждения.

Предложения по оптимизации ГМТ

Для преодоления указанных ограничений предложены комплексные решения, направленные на повышение коэффициента теплоотдачи и снижение температуры масла. Основной акцент сделан на модификацию геометрии теплообменных поверхностей, дополненную интеграцией новых материалов и активных систем охлаждения.

Модификация геометрии предполагает **добавление в конструкцию теплообменников рёбер и турбулизаторов**: в пластинчатых теплообменниках введены продольные рёбра на поверхностях каналов, что увеличивает турбулентность потока масла и газа. Это повышает конвективный теплообмен на 20–30% без значительного роста гидравлического сопротивления. В трубчатых конструкциях применены спиральные вставки, оптимизирующие поток и предотвращающие ламинарные зоны [6].

Увеличение площади контакта предполагает переход к многослойным пластинам с микроканалами, что позволяет увеличить эффективную площадь теплообмена на 15–25%. Результаты моделирования показали, что такая геометрия снижает температурный градиент на 10–15°C при тех же расходах.

Интеграция новых материалов предполагает замену стандартных сталей на сплавы на основе титана и нержавеющей стали с добавками хрома и никеля (AISI316L) повышает устойчивость к коррозии и отложениям. Эти материалы обладают лучшей теплопроводностью (до 50% выше), что способствует эффективному отводу тепла.

Оценка эффективности предложенных мероприятий по оптимизации ГМТ проведена на экспериментальном стенде, имитирующем условия

эксплуатации ГПА-16У: давление газа до 7,5 МПа, температура масла на входе 80°C, скорость потока 10–15 м/с.

В результате проведенных экспериментальных исследований было выявлено:

повышение коэффициента теплоотдачи на 15–20% благодаря примененным геометрическим модификациям и добавлением турбулизаторов. В тестах с турбулизаторами средний коэффициент теплоотдачи вырос в среднем на 20%;

снижение температуры масла на 5–10°C при нагрузках 80–100% от номинальной. В условиях пиковой нагрузки температура масла не превышала 85°C против 95°C в базовых конструкциях;

экономия энергии до 8% за счёт снижения нагрузки на компрессор (мощность потребления уменьшилась с 16 кВт до 14,7 кВт в час работы). Это эквивалентно экономии 100–150 кВт·ч на сутки для станции с несколькими ГПА.

Кроме того происходит снижение износа оборудования на 15–20% (оценено по уровню вибрации и анализу проб масла) и увеличение межремонтного периода на 10–15 месяцев.

Результаты экспериментальных исследований подтверждены статистической обработкой данных (t-тест, $p < 0,05$), с учётом погрешностей измерений ($\pm 5\%$).

Заключение

Предлагаемые подходы к улучшению работы газомасляного теплообменника в газоперекачивающем агрегате ГПА-16У обладают большим потенциалом для оптимизации теплообменного оборудования в российских системах распределения и транспортировки газа. Это обеспечивается путём изменения конфигурации теплообменных поверхностей, внедрения инновационных материалов и активных систем охлаждения в газомасляном теплообменнике.

Данные экспериментов свидетельствуют о заметном росте коэффициента теплоотдачи на 15–20%, понижении температуры масла на 5–10°C и сокращении энергозатрат до 8% благодаря уменьшению нагрузки на компрессор. Такие улучшения способствуют увеличению срока службы агрегата между ремонтами и снижению затрат на его эксплуатацию.

Список источников

1. Голдобин, С. М. Газоперекачивающий агрегат. Устройство и основные сведения: учебное пособие / С. М. Голдобин, М. И. Соколовский. - Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2025. - 219 с.

2. Патент на полезную модель RU №157997 U1. Установка грубой очистки природного газа с цилиндрическим фильтрующим элементом сетчатого типа» / А.П. Усачев, А.Л. Шурайц, А.В. Рулев, Д.В. Салин, опубл. 20.12.2015. – Бюл. № 35. Дата подачи заявки 16.12.2014. – 8 с.

3. Патент на полезную модель № 174446 U1. Устройство для очистки от твердых частиц природного газа высокого давления / А.П. Усачев, А.Л. Шурайц, А.В. Рулев, А.О.Хомутов, опубл. 13.10.2017. Дата подачи заявки 06.04.2017. – 4 с.

4. Годовой отчет ПАО «Газпром» за 2024 год.

5. Отчёт ПАО "Газпром" о надёжности ГПА (2020–2024).

6. Каримов, И. Б. Современные конструкции турбулизаторов для интенсификации процессов гидродинамики и теплообмена в рекуперативных теплообменных аппаратах / И. Б. Каримов, Р. П. Бабаходжаев. - Ташкент: Фан, 2010. - 150 с.

© Сурмин Р.С., 2025

Научная статья

УДК 620.91

АНАЛИЗ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПО УМЕНЬШЕНИЮ КОЛИЧЕСТВА ОБЛАКОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА НА УМЕНЬШЕНИЕ ИХ КОЛИЧЕСТВА

Александр Прокофьевич Усачев, д.т.н., профессор ¹,

Александр Владимирович Рулев, д.т.н., доцент ²

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

¹usachevap@sstu.ru,

²nautech@inbox.ru,

Аннотация. В статье приводятся причины и механизм уменьшения облачности в атмосфере Земли, описываются количественные связи между повышением температуры, долговременными выбросами парниковых газов и количеством облаков в атмосфере. Сокращение количества облаков происходит за счет уменьшения расхода воздуха с растворенными в нем водяными парами, поднимающегося вверх от поверхности земли, через слой искусственно образованного в настоящий временной период парникового газа с повышенным содержанием углекислого газа, полученного путем промышленного сжигания углеродосодержащего топлива.

Ключевые слова: уменьшение облаков, водяные пары, парниковый газ, атмосфера Земли, повышение температуры, потепление климата

Для цитирования: Усачев А.П., Рулев А.В. Анализ климатических данных по уменьшению количества облаков и определение влияния потепления климата на уменьшение их количества // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.412.

ANALYSIS OF CLIMATE DATA ON REDUCING THE NUMBER OF CLOUDS AND DETERMINING THE IMPACT OF CLIMATE WARMING ON REDUCING THEIR NUMBER

Alexander Prokofievich Usachev, Doctor of Technical Sciences, Professor¹, Alexander Vladimirovich Rulev, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor²

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

¹usachevap@sstu.ru,

²nautech@inbox.ru

Annotation. The article provides the reasons and the mechanism of the reduction of cloudiness in the Earth's atmosphere, describes the quantitative relations between the increase in temperature, long-term emissions of greenhouse gases and the number of clouds in the atmosphere. The reduction of the number of clouds occurs due to the reduction of the flow rate of air with water vapor dissolved in it, rising up from the earth's surface, through the layer of artificially formed in the current time period greenhouse gas with increased content of carbon dioxide, obtained by industrial burning of carbon-containing fuel.

Keywords: reduction of clouds, water vapor, greenhouse gas, Earth's atmosphere, increase in temperature, climate warming

For citation: Usachev A.P., Rulev A.V. Analysis of climate data on reducing the number of clouds and determining the impact of climate warming on reducing their number // Fundamentals of Sustainable Natural Resource Management: Proceedings of the 11th National Conference with International Participation - Saratov State Vavilov Agrarian University, 2025, p.412

В настоящее время увеличение концентрации парниковых газов в атмосферном воздухе вследствие роста объемов сжигания органического углеродосодержащего топлива и связанного с этим выбросов в атмосферу углекислого газа, привело к образованию парникового слоя и увеличению его температуры на 1,1 °С [1]. Результаты наблюдений и исследований показывают, что потепление климата тесно связано с уменьшением количества облаков [1]. Облака, играют важную роль для климата [2]. Они отражают в среднем 20% солнечного излучения, и этим самым охлаждают землю.

Согласно [1,2] главную роль в формировании температуры и теплового потока к земле играют облака: нижнего яруса, расположенные на высоте до 2 км; среднего яруса, расположенные на высоте от 2 до 6 км; верхнего яруса, расположенные на высоте от 6 до 10 км.

Уменьшение количества облаков увеличивает поток солнечного излучения к поверхности земли и играет большую роль, особенно в Арктике,

где доля облачных дней от общего их количества в течение года составляет в среднем 70–80% [3].

Климатолог Джордж Целиудис из NASA и его коллеги показали, что за последние двадцать лет облачный покров нижнего яруса Земли уменьшился не менее чем на 3,0% [4]. Если предположить, что такой же темп уменьшения имел место последние 60 лет, облака нижнего яруса Земли уменьшился на 9,0% [4].

Это сокращение облаков позволило большему количеству солнечного света проникать на земную поверхность, усиливая глобальное потепление. Ученые использовали данные со спутника Тегга, который на протяжении 25 лет наблюдал за атмосферой [4].

Причины уменьшения облаков являются предметом дискуссий, в результате которых появилось мнение, что на это снижение оказывают влияние аэрозоли и другие загрязнения, вокруг которых формируются облака. Однако Целиудис уверен, что ключевую роль играют изменения в циркуляции атмосферы, вызванные потеплением [4].

Климатолог Тиффани Шоу [5] считает, что взаимодействие процессов в атмосфере является сложной системной задачей, где каждое изменение влияет на весь климат и для точного прогноза необходимо больше данных.

Рой Спенсер [6] пришел к выводу, что слоистые облака, формирующиеся непосредственно над поверхностью планеты, отражают больше солнечного света, по сравнению с облаками, находящиеся на большой высоте. Постоянно увеличивающийся процент содержания углекислого газа в атмосфере Земли существенно тормозит скорость образования слоистых облаков над поверхностью земли и мировым океаном, а значит она станет быстрее нагреваться, что усугубит процесс глобального потепления. При увеличении концентрации парниковых газов свыше 0,130 об. % CO₂, как считает Тапио Шнайдер [7] может произойти практически полное разрушение облачности.

Об уменьшении облачности отмечается и в работе [8], где экспериментально доказывается уменьшение количества перистых облаков в зоне расположения тропических лесов, вследствие глобального потепления.

Следует отметить, что в известной литературе [4-8] приводятся только симптомы по уменьшению количества низко расположенных и других видов облаков при потеплении, но не раскрываются причины и механизм уменьшения облачности. Какие либо количественные связи между долговременными выбросами парниковых газов, повышением температуры атмосферы с одной стороны, и количеством облаков и осадков - с другой, до сих пор не обнаружены.

Вместе с тем общеизвестно, что если вверх от земной поверхности не поднимаются водяные пары, растворенные в воздухе и не происходит их конденсация при охлаждении до точки росы, то и не образуются облака. Например, в пустынных районах, при отсутствии водоемов испарение водяных паров осуществляется в незначительном количестве и облаков практически не наблюдается.

То есть сокращение количества облаков неизменно сопровождается уменьшением потока водяных паров, растворенных в воздухе, поднимающемся вверх от поверхности земли. Отсюда следует, что вследствие потепления климата, возникают физические процессы, уменьшающие поток водяных паров, растворенных в воздухе, поднимающемся от поверхности земли.

Для более ясного понимания влияния физических процессов на уменьшение количества облаков при потеплении климата, условно разделим тропосферу, начиная от поверхности земли и до границы с стратосферой, на две зоны:

1. Зона чистого воздуха, отличающаяся повышенной концентрацией кислорода, поступающего от мирового океана и зеленых насаждений и пониженным содержанием углекислого газа $\psi_1 = 0,028$ об.%. Как показано на рисунке, эта зона находится между отметками поверхности земли и границей, до которой содержание углекислого газа сохраняется как для первого временного периода до 1959 г., то есть $\psi_1 = 0,028$ об.%.

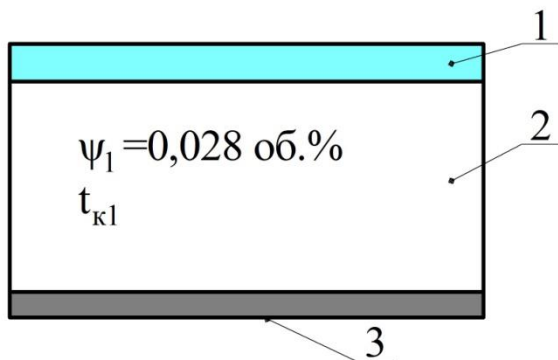
2. Зона парникового газа с повышенным содержанием углекислого газа $\psi_B = 0,042$ об.%, расположенная выше границы, до которой содержание углекислого газа сохраняется как для первого временного периода, то есть $\psi_1 = 0,028$ об.%, как это показано на рисунке.

Рассмотрим аэродинамическую картину у поверхности земли в чистой зоне и в зоне парникового слоя для отдельных временных периодов.

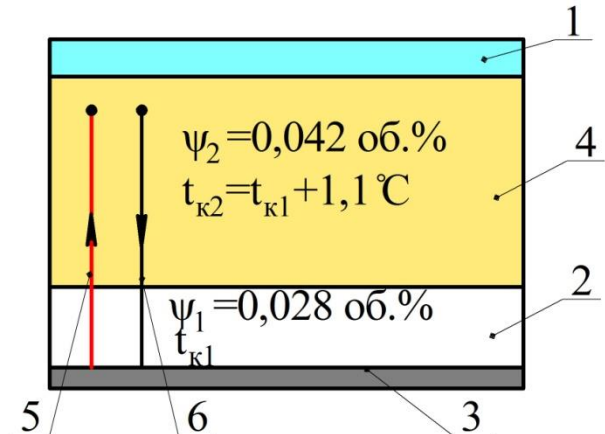
Для первого временного периода по всей высоте тропосферы имеет место воздух, с содержанием углекислого газа, таким же, которое было до промышленной эры, предыдущие 10000 лет, равно $\psi_1 = 0,028$ об.% [9,10]. Образование углекислого газа у поверхности планеты в этот период происходило, вследствие процессов брожения, дыхания микроорганизмов и растений, разложения карбонатов, других аналогичных процессов [9,10].

Во второй временной период после 1959 г., вследствие интенсивного промышленного сжигания углеродосодержащего топлива и увеличения поэтому содержания углекислого газа в атмосфере с $\psi_1 = 0,028$ об.% до $\psi_2 = 0,042$ об. %, образовался парниковый слой 4 (рисунок 1) и его температура увеличилась до значения $t_{к.2}$, °С.

Первый временной период



Второй временной период



Схемы расположения основных слоев и зон для первого и второго периодов времени: 1 – зона облаков; 2 - зона чистого воздуха с концентрацией углекислого газа $\psi_1 = 0,028$ об.%; 3 – земная поверхность; 4 - зона парникового газа с повышенным содержанием углекислого газа $\psi_2 = 0,042$ об.%; 5 – инфракрасное излучение от земной поверхности к зоне парникового газа с повышенным содержанием углекислого газа $\psi_2 = 0,042$ об. %; 6 – инфракрасное излучение от зоны парникового газа с повышенным содержанием углекислого газа $\psi_2 = 0,042$ об. % к земной поверхности.

Будем условно считать, что парниковый слой находится выше границы, до которой содержание углекислого газа сохраняется как для первого временного периода, то есть $\psi_1 = 0,028$ об.%, как это показано на рисунке.

Начиная с этой отметки температура его составляет значение, характерное для обычного распределения по высоте с учетом его остывания в атмосфере, то есть до $t_{к1}$ плюс ее повышение за счет потепления климата на $+1,1$ °C. Тогда общая величина составит $t_{к2} = t_{к1} + 1,1$, °C.

В зоне, расположенной ниже границы, до которой содержание углекислого газа сохраняется как для первого временного периода, то есть $\psi_1 = 0,028$ об.%, находится воздух, содержащий $\psi_1 = 0,028$ об.% углекислого газа, то есть такой же как в первый временной период.

Исключением является городская зона, где воздух загрязнен по всей высоте и концентрация парниковых газов превышает значение 0,028 об. %. Но площадь городской зоны, в общем балансе планеты является незначительной, всего 3%, и в данном случае ее можно не учитывать. Следует отметить, что солнечные лучи, проникающие в эту чистую зону к поверхности земли не поглощаются расположенным выше парниковым слоем [1]. В этом случае воздух у поверхности земли нагревается до многолетних значений, характерных для данной климатической широты в первый временной период. При этом, на значение температуры воздуха у поверхности земли не оказывает влияние повышение температуры парникового слоя на $1,1$ °C, имеющее место в настоящее время, поскольку этот слой находится ниже границы, до которой содержание углекислого газа сохраняется как для первого временного периода, то есть $\psi_1 = 0,028$ об.%.

Другая картина имеет место для зоны парникового слоя, расположенного выше границы, до которой содержание углекислого газа сохраняется как для

первого временного периода, то есть $\psi_1 = 0,028$ об.%. Здесь имеет место повышение температуры парникового слоя на всех отметках на $1,1^\circ\text{C}$, то есть $t_{k,2} = t_{k,1} + 1,1, ^\circ\text{C}$. В этом случае плотность смеси воздуха и парникового газа на k -ой отметке будет составлять $\rho_{t\ k,2} = \rho_{t\ k,1+1,1}$ с и соответствовать температуре $t_{k,2} = t_{k,1} + 1,1, ^\circ\text{C}$ на k -й отметке стояния облаков для второго временного периода.

Результаты расчетов показывают, что для облаков нижнего яруса с высотой стояния 2000м между первым и вторым временными периодами, временными периодами в течении 60 лет, величины перепада давления и расхода воздуха и растворенных в нем водяных паров уменьшились на 7,8%.

Это удовлетворительно согласуется с данными снимков со спутников Terra, полученных климатологами из NASA, согласно которым за последние двадцать лет облачный покров Земли уменьшился на 3,0% [4]. Если предположить, что такой же темп уменьшения имел место последние 60 лет, облачный покров Земли уменьшился на 9,0%. Расхождение между расчетными значениями и метеорологическими данными со спутников Terra, составляют 15,4%.

Список источников

1. Семенов С. М. Парниковый эффект и его антропогенное усиление // Солнечно-земная физика. 2012. № 21(134). С. 10-17.
2. Рыбакова Ж.В. Облака и их трансформация / науч. ред. И.В. Кужевская. – Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2020. 234 с.
3. Беликов Ю.Е., Дышлевский С.В., Репин А.Ю. Влияние высоких тонких облаков и аэрозольных слоев на перенос солнечного излучения к поверхности Земли в условиях сумерек. Оптика атмосферы и океана». 32. № 10 (2019).
4. Tselioudis G., Remillard J., Jakob C., Rossow W.B. Contraction of the world's storm-cloud zones the primary contributor to the 21st century increase in the Earth's sunlight absorption - Geophysical Research Letters, 2025 <https://doi.org/10.1029/2025GL114882>.
5. Shaw T. A. et al. Regional climate change: consensus, discrepancies, and ways forward //Frontiers in climate. – 2024. – Т. 6. – С. 1391634.
6. Spencer R. W., Braswell W. D., On the diagnosis of radiative feedback in the presence of unknown radiative forcing, J. Geophys. 2010. Res., 115, D16109, doi:10.1029/2009JD013371.
7. Шнайдер Т., Кауль К.М., Прессель К.Г. Возможные климатические изменения, вызванные разрушением слоисто-кучевых облаков в результате парникового эффекта Nature Geoscience 12 (3), 2019, 163-167.
8. Hui Su, Jonathan H. Jiang, J. David Neelin, T. Janice Shen1, Chengxing Zhail, Qing Yue, Zhien Wang, Lei Huang, Yong-Sang Choi, Graeme L. Stephens, Yuk L. Yung Tightening of tropical ascent and high clouds key to precipitation change in a warmer climate. Nature communications. 06. 2017.

9. Смирнов Б.М. Физика глобальной атмосферы. Долгопрудный: Интеллект, 2017. 250 с.

10. Smirnov B.M. Collision and Radiative Processes in Emission of Atmospheric Carbon Dioxide // J. Phys. D: Appl. Phys. 2018. V. 51. 214004.

© Усачев А.П., Рулев А.В. 2025

Научная статья

УДК 626.86, УДК 624.1:625.7:656.1

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОДРЕН ПРИ ОСУШЕНИИ ТЕРРИТОРИЙ, ОТВОДИМЫХ ПОД АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ

Вячеслав Сергеевич Чумовицкий, студент¹,

Илья Михайлович Кондратьев, студент²,

Георгий Владимирович Силкин, студент³

^{1,2,3,4} ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Россия

¹ viacheslav1550@gmail.com,

² i.konratiev.rgau@ya.ru

³ g.silkin.rgau@ya.ru

⁴ **Владимиров Станислав Олегович**, научный руководитель, преподаватель кафедры сельскохозяйственных мелиораций

vladimirov_so@rgau-msha.ru

Аннотация. Дренаж оснований дорог является критически важной задачей для обеспечения их долгосрочной функциональности при изменяющихся условиях водонасыщения грунтов и их последующего влияния на несущую способность. Расширение задач дренажа требует комплексного подхода, включая использование как традиционных, так и инновационных решений, таких как геодрены, изготовленные из различных геосинтетических материалов. Геодрены эффективно управляют подземными водами, улучшают условия работы дорог и защищают от морозного пучения.

Ключевые слова: геодрена, осушение, дренаж, автомобильная дорога, строительство.

Для цитирования: Чумовицкий В.С., Кондратьев И.М., Силкин Г.В.. Применение геодрен при осушении территорий, отводимых под автомобильные дороги // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.418

APPLICATION OF GEODRAINS IN DRAINAGE OF LAND ALLOCATED FOR ROADS

Vyacheslav Sergeevich Chumovitsky, student¹,

Ilya Mikhailovich Kondratiev, student²,

Georgy Vladimirovich Silkin, student³

¹²³⁴Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev", Moscow, Russia

⁴**Vladimirov Stanislav Olegovich**, scientific supervisor, lecturer at the Department of Agricultural Meliorations.

vladimirov_so@rgau-msha.ru

Annotation. The drainage of building foundations is a critical task to ensure their long-term functionality under varying groundwater saturation and its subsequent impact on load-bearing capacity. The expansion of drainage tasks in road construction and reconstruction necessitates a comprehensive approach, including the use of both traditional and innovative solutions, such as geodrains made from various geosynthetic materials. Geodrains effectively manage groundwater, enhance soil conditions.

Keywords: geodrain, drainage, drainage, road, construction

For citation: Chumovitsky V.S., Kondratiev I.M., Silkin G.V. Application of geodrains in the drainage of areas allocated for highways // Fundamentals of rational nature management: Proceedings of the XI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2025, p.418

Осушение оснований зданий и сооружений является важнейшей задачей обеспечения их длительной работоспособности в условиях изменяющейся степени водонасыщения грунтов оснований и, как следствие, их несущей способности [4, 5, 8]. Расширение задач по устройству дренажа при строительстве и реконструкции автомобильных дорог требует комплексного подхода и дифференциации применяемых технологических и технических решений отведения воды [5, 8]. Применяемые в настоящее время технологические решения представлены как традиционными: отсыпкой водовмещающих/водопроводящих грунтов с высокой фильтрационной способностью, возведением продольных водоотводных траншей и т.д., так и сравнительно новыми – применением геосинтетических материалов, в частности геодренами с разными конструктивными особенностями [6, 9, 12].

Геодрены представляют собой, как правило, плоский комбинированный геосинтетический материал, включающий слои нетканого геотекстильного материала, выполняющего функцию защитного фильтра и слой, представляющий собой объемную пространственную полимерную структуру (дренажное ядро) [2].

Геодрена выпускается в виде полотна или ленты, их толщина варьируется в диапазоне от 2 до 30 мм. Оболочка из геотекстиля фильтрует воду из грунта и с одной стороны может заменяться водонепроницаемой разделительной мембраной. Дренажное ядро отводит фильтрованную воду далее по дренажному полотну к точке разгрузки, например в кювет. Дренажное ядро изготавливается из жестких пластмасс или более гибких полимерных материалов [2]. В зависимости от потребностей заложения геодрена разделяют по виду и жесткости дренажного ядра, по виду геотекстиля и типу соединения его с ядром, а также по виду применяемого полимера. Общий вид геодрена представлен на рисунке.

По функциональному назначению можно выделить следующие типы геодрен: односторонние мембраны (с применением полиэтиленового разделительного слоя); двусторонние мембраны (с объемной структурой из полипропилена/полиамида и двумя слоями геотекстиля).



Рисунок 1 – Общий вид типовой геодрена

Геодрены обеспечивают осушение грунтов при активном притоке фильтрационных вод в плоскостных дренажах дорожных одежд, откосных дренажах, создают дренирующие и капилляропрерывающие прослойки в нижней части насыпей. Таким образом геодрены при строительстве и реконструкции автомобильных дорог позволяют нормализовать степень водонасыщения грунтов дорожной одежды и земляного полотна, позволяет обеспечить необходимую несущую способность грунтов основания и обеспечивает их защиту от морозного пучения. Стоит отметить высокую степень устойчивости современных материалов, применяемых при изготовлении геодрен, к агрессивному воздействию фильтрационных вод, а также статическому давлению грунта и динамическим нагрузкам автомобильного транспорта [1, 2, 3, 7].

Для улучшения дренирующей способности и оптимизации водного режима при прокладывании новых или реконструкции старых дорог, в том числе при их уширении, применяют горизонтально расположенные фильтрующие слои дорожной одежды [8, 12]. В зависимости от категории дорог и их проектной интенсивности, добавляют промежуточный

дренирующий слой песка с коэффициентом фильтрации не менее 2 м/сутки. При этом применение геодрен позволяет существенно уменьшить толщину фильтрующего слоя за счет более эффективного отведения воды, понижения уровня грунтовых вод и прерывания капиллярной каймы. В некоторых случаях геодрены применяют для гидроизоляции нижних слоев земляного полотна и дорожной одежды.

В рамках программы импортозамещения, производство готовых геодрен различных конструкций и их составляющих осуществляет большое количество отечественных компаний. Основоположниками на рынке геосинтетических материалов являются такие компании как «Технониколь» и «Сибур». Также развиваются производители геодрен из готового сырья. Есть импортеры зарубежных технологий и продукции. Значительная часть производимых в России геодрен применяется при строительстве автомобильных дорог.

Стоит отметить, что при общем широком применении геодрен в конструкции автомобильных дорог, общая изученность фильтрационных процессов при сочетании грунтовых слоев и различных конструкций геодрен изучена недостаточно. Для дальнейшего развития и рационализации применения геодрен при строительстве автомобильных дорог необходимо проведение теоретических и опытных научных исследований с привлечением профильных специалистов [11].

Список источников

1. Баранов, И.А., Долгова, М.А. Оценка физико-механических характеристик геосинтетических материалов. в сборнике: инструменты, механизмы и технологии современного инновационного развития. сборник статей по итогам МНПК. - Стерлитамак, 2023. С. 79-85.
2. ГОСТ Р 55028-2012 Геосинтетические материалы для дорожного строительства – М., 2012..
3. ГОСТ Р 55035-2012 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Метод определения устойчивости к агрессивным средам. – М., 2012.
4. Дубенок, Н. Н. Современные гидромелиоративные системы / Н. Н. Дубенок, К. Б. Шумакова, С. О. Владимиров. – М.: РГАУ - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – 195 с. – ISBN 978-5-9675-2008-2. – EDN SWHWNF.
5. Зайцева, А. В. Водопонижение котлованов объектов капитального строительства / А. В. Зайцева, В. С. Серых, С. О. Владимиров // Основы рационального природопользования: Материалы X Национальной конференции с международным участием, Саратов, 15 ноября 2024 года. – Саратов: СГАУ, 2024. – С. 143-146. – EDN DMXQZK.
6. ОДМ 218.3.049-2015 Методические рекомендации по применению многослойных композиционных дренирующих материалов (геодрен) для осушения и усиления дорожных конструкций при строительстве и реконструкции автомобильных дорог. – М., 2015.

7. ПНСТ 317-2018 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические. Контроль качества. – М., 2018.
8. Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах. – М., 2004. -86 с.
9. Пчелкин, В. В. Конструкция, способ строительства и метод расчета дренажа автомобильных тоннелей / Вестник Инженерной школы ДФУ. – 2024. – № 3(60). – С. 82-95. – DOI 10.24866/2227-6858/2024-3/82-95. – EDN ESTVOB.
10. Саркисян А.М., Ткачев А.А., Цыганкова А.С., Порывкин П.В. Геодезические аспекты в оценке влияния водоема, расположенного в охрannой зоне автодороги, на подтопление прилегающей территории / В сборнике: Правовые, экономические и экологические аспекты рационального использования земельных ресурсов. Сб. статей V МНПК. - Саратов, 2020. - С. 112 - 115. - EDN: FXBLXS.
11. Практика по НИР: учебное пособие / В. В. Пчелкин, И. В. Корнеев, О. М. Кузина [и др.]. – М.: ООО "Издательство "Спутник+", 2023. – 102 с. – ISBN 978-5-9973-6521-9. – EDN HSFQTL.
12. СТО НОСТРОЙ 2.25.28-20112 Строительство земляного полотна автомобильных дорог. – М, 2012.

© Чумовицкий В.С., Кондратьев И.М., Силкин Г.В., 2025

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ТОНКОРАСПЫЛЕННОЙ ВОДОЙ НА СКЛАДСКИХ ОБЪЕКТАХ

Камиль Вячеславович Шарипов, магистр¹,
Аида Ханифовна Низамова, старший преподаватель²

^{1,2} Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Россия

¹kamil.sh02@mail.ru

²nizamova_a_h@mail.ru

Аннотация. В статье проведен комплексный анализ эффективности применения систем тушения тонкораспыленной водой (ТРВ) на складских объектах. На основе российских нормативных документов и научных исследований рассмотрены физические принципы тушения, проведено сравнение с традиционными системами по ключевым параметрам. Выявлены значительные преимущества технологии для современных складских комплексов, включая минимальный расход воды и сохранность материальных ценностей. Особое внимание уделено перспективным направлениям развития данной технологии в условиях современной складской логистики.

Ключевые слова: тонкораспыленная вода, пожаротушение, склад, водяной туман, системы пожаротушения, пожарная безопасность, материальный ущерб.

Для цитирования: Шарипов К.В., Низамова А.Х. Перспективы применения систем пожаротушения тонкораспыленной водой на складских объектах // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.423

Original article

PROSPECTS FOR USING FINE WATER MIST FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS AT WAREHOUSE FACILITIES

Kamil Vyacheslavovich Sharipov, master¹,
Aida Khanifovna Nizamova, Senior lecturer²

^{1,2} Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russia

¹kamil.sh02@mail.ru

²nizamova_a_h@mail.ru

Annotation. This article provides a comprehensive analysis of the effectiveness of water mist extinguishing systems (WMF) at warehouse facilities. Based on

Russian regulations and scientific research, the physical principles of extinguishing are examined and compared with traditional systems based on key parameters. Significant advantages of this technology for modern warehouse complexes are identified, including minimal water consumption and the safety of material assets. Particular attention is given to promising areas for the development of this technology in the context of modern warehouse logistics.

Keywords: fine water spray, fire extinguishing, warehouse, water fog, fire extinguishing systems, fire safety, material damage.

For citation: Sharipov K.V., Nizamova A.H., Selyugin A.S. Prospects for the use of fine water mist fire extinguishing systems in warehouse facilities// Fundamentals of rational nature management: Proceedings of the XI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2025, p.423

Современные складские комплексы характеризуются исключительно высокой концентрацией материальных ценностей, сложной планировочной структурой с многоуровневым стеллажным хранением до 25 метров и интенсивной автоматизацией технологических процессов. Эти факторы существенно усложняют задачу обеспечения пожарной безопасности и выдвигают принципиально новые требования к системам пожаротушения. Традиционные системы водяного пожаротушения, регламентированные НПБ 88-2001 [1], несмотря на свою отработанную надежность, обладают существенным недостатком - значительным расходом воды, приводящим к тяжелым косвенным ущербам для хранимой продукции, часто превышающим прямой ущерб от пожара. В этом контексте системы тушения тонкораспыленной водой (ТРВ), нормируемые СП 485.1311500.2020 [2], представляют собой перспективную альтернативу, позволяющую минимизировать последствия тушения при обеспечении высокой эффективности подавления пламени. Актуальность темы обусловлена стремительным развитием складской логистики и ужесточением требований к пожарной безопасности объектов с массовым пребыванием людей и высокой концентрацией материальных ценностей.

Физической основой действия систем ТРВ является создание и подача в очаг пожара воды в виде капель со средним диаметром менее 150-200 мкм. Согласно исследованиям Кошмарова Ю.А. [3], высокая эффективность тонкораспыленной воды достигается за счет совокупности физических механизмов, включающих интенсивное охлаждение зоны горения благодаря исключительно большой поверхности испарения, локализацию кислорода пароводяной завесой при испарении воды с увеличением объема в 1700 раз, поглощение лучистой энергии частицами воды и пара, а также ингибирование реакции горения. Оптимальный диаметр капель для тушения пожаров класса А и В составляет 100-150 мкм, что обеспечивает максимальную эффективность при минимальном расходе воды.

Особый интерес представляют результаты натурных испытаний систем ТРВ в высотных стеллажных складах. Системы ТРВ способны эффективно подавлять горение на высоте до 25 метров, что особенно актуально для современных распределительных центров. При этом достигается полное проникновение водяного тумана в межстеллажное пространство без образования "мертвых зон", характерных для традиционных спринклерных систем. Эффективность тушения в таких условиях достигается за счет оптимального сочетания давления подачи воды, геометрии распылителей и их расположения относительно зон хранения.

Значительный практический интерес представляет экономический аспект применения систем ТРВ. Хотя первоначальные затраты на оборудование систем ТРВ могут превышать стоимость традиционных спринклерных систем на 15-20%, совокупная экономическая эффективность в течение жизненного цикла системы оказывается существенно выше. Это достигается за счет снижения страховых премий на 25-30%, минимизации ущерба от последствий тушения и сокращения времени простоя складских мощностей после ликвидации пожара. Для складов категории стоимости хранимой продукции выше 50 тыс. руб./м² срок окупаемости дополнительных инвестиций в систему ТРВ не превышает 2-3 лет.

Таблица 1- Сравнительные характеристики систем пожаротушения для складских объектов

Параметр	Спринклерные системы	Дренчерные системы	Системы ТРВ
Удельный расход воды, л/с·м ²	0,14-0,28	0,20-0,35	0,03-0,05
Время приведения в действие, с	300	180	120-180
Давление в трубопроводах, МПа	0,8-1,0	0,6-0,8	2,5-12,0
Эффективность для высотных складов	ограниченная	удовлетворительная	высокая
Стоимость оборудования, руб./м ²	2500-3500	2000-3000	3500-5000

При проектировании систем ТРВ для складских объектов необходимо учитывать ряд критически важных факторов. Согласно требованиям СП 485.1311500.2020 [2], обязательным является проведение предварительных огневых испытаний для конкретного типа складского помещения и хранимой продукции. Особое внимание должно уделяться выбору типа оросителей - в зависимости от высоты помещения и характера размещения товаров применяются либо насадки низкого давления (до 12 бар), либо среднего давления (12-35 бар), либо высокого давления (свыше 35 бар).

Для автоматизированных складов с роботизированными системами комплектации требуется особый подход к размещению оросителей. Наиболее эффективной является комбинированная схема, включающая стационарно установленные оросители в верхней зоне и мобильные модули, интегрированные в систему навигации складских роботов. Такое решение позволяет обеспечить точечное тушение в зоне работы оборудования, где традиционные стационарные системы могут оказаться недостаточно эффективными.

Важным аспектом является обеспечение бесперебойного водоснабжения систем ТРВ. Согласно рекомендациям ВНИИПО [4], для складов категории В по взрывопожарной опасности необходимо предусматривать не менее двух независимых источников водоснабжения, с автоматическим переключением между ними при падении давления в основной магистрали. Для объектов с высотой складирования более 10 метров обязательной является установка повысительных насосных станций с резервными насосными агрегатами.

Проведенные натурные испытания систем ТРВ на экспериментальном складском комплексе ВНИИПО [4] продемонстрировали высокую эффективность технологии при тушении различных видов пожарной нагрузки. При ликвидации пожара картонной тары с пластмассовыми изделиями время полного подавления пламени составило 2,5 минуты, при этом расход воды не превысил 0,8 л/с на ороситель. Для сравнения: традиционная спринклерная система потребовала бы расхода не менее 4,5 л/с на ороситель при времени тушения до 10 минут.

Особенно впечатляющие результаты были получены при тушении пожара в зоне хранения ЛВЖ. Система ТРВ с добавкой фторсодержащего пенообразователя обеспечила полное подавление пламени за 45 секунд, предотвратив распространение огня на соседние зоны хранения. Температура в защищаемом помещении не превысила 65°C, что свидетельствует об эффективном охлаждающем действии тонкодисперсной водяной взвеси.

Таблица 2- Результаты испытаний систем ТРВ для различных видов пожарной нагрузки

Вид пожарной нагрузки	Время тушения, мин	Расход воды, л/с·м²	Температура в зоне пожара, °С
Картонная упаковка	2,5	0,04	68
Пластмассовые изделия	3,2	0,05	72
Деревянные поддоны	4,1	0,06	85
ЛВЖ в металлической таре	0,8	0,07	65
Текстильные изделия	3,8	0,05	78

Проведенный экономический анализ внедрения систем ТРВ на складских объектах демонстрирует их высокую инвестиционную привлекательность. Совокупные затраты на внедрение системы ТРВ для склада площадью 5000 м² составляют 17-22 млн рублей, при этом экономический эффект от снижения страховых взносов достигает 1,2-1,8 млн рублей ежегодно. Дополнительный экономический эффект формируется за счет сокращения времени восстановления работоспособности объекта после пожара с 14-20 до 3-5 дней.

Страховые компании активно поддерживают внедрение современных систем пожаротушения. Для объектов, оборудованных системами ТРВ, применяются понижающие коэффициенты к страховым тарифам в размере 0,6-0,7 от базовой ставки. Это обусловлено статистикой, показывающей снижение ущерба от пожаров на объектах с ТРВ на 45-60% по сравнению с традиционными системами.

Многообещающим направлением является разработка интеллектуальных систем ТРВ, способных адаптировать параметры работы в реальном времени. Такие системы, оснащенные многоспектральными датчиками и системами компьютерного зрения, могут идентифицировать тип горящих материалов и автоматически подбирать оптимальный режим тушения. Это особенно актуально для смешанных складов, где в непосредственной близости могут храниться различные категории товаров.

Перспективным считается внедрение превентивных систем ТРВ, которые активируются при обнаружении признаков тления или резкого повышения температуры, еще до возникновения открытого пламени. Такие системы, интегрированные с установками аспирационного дымового обнаружения, позволяют локализовать возгорание на самой ранней стадии, минимизируя возможный ущерб.

Особое внимание уделяется разработке энергоэффективных решений. Существует возможность снижения энергопотребления насосных станций на 25-30% за счет применения частотного регулирования и оптимизации алгоритмов работы. Это особенно важно для крупных складских комплексов, где системы пожаротушения работают в дежурном режиме постоянно.

Это позволяет сделать вывод о высокой эффективности и перспективности применения систем тушения тонкораспыленной водой на современных складских объектах. Технология ТРВ демонстрирует существенные преимущества перед традиционными системами пожаротушения по ключевым параметрам: снижение расхода воды в 5-8 раз, сокращение времени приведения в действие на 40-50%, высокая эффективность в высотных стеллажных системах хранения. Экономический анализ подтверждает целесообразность инвестиций в системы ТРВ, срок окупаемости которых не превышает 2-3 лет для большинства категорий складских объектов.

Дальнейшее развитие технологии должно быть направлено на создание интеллектуальных адаптивных систем, способных автоматически подбирать оптимальные режимы тушения в зависимости от типа пожарной нагрузки. Перспективным представляется также развитие комбинированных систем,

интегрирующих технологии ТРВ с другими современными средствами пожаротушения. Внедрение систем ТРВ соответствует общемировым тенденциям развития противопожарной защиты и способствует значительному повышению уровня безопасности складских объектов при одновременном снижении экономических потерь от последствий тушения пожара.

Список источников

1. НПБ 88-2001 "Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования"
2. СП 485.1311500.2020 "Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования"
3. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещениях. М.: Академия ГПС МЧС России, 2013. 118 с.
4. Официальный сайт ВНИИПО МЧС России [Электронный ресурс]. URL: <https://vniipo.ru> (дата обращения: 05.10.2025)

© Шарипов К.В., Низамова А.Х., 2025

Научная статья
УДК 621

ОЧИСТКА ДОЖДЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАПОРНЫХ ГИДРОЦИКЛОНОВ

**Ирина Геннадьевна Шешегова, старший преподаватель¹,
Андрей Валерьевич Бусарев, к.т.н., доцент²,
Максим Николаевич Петров, студент³**

^{1,2,3} Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г.Казань, Россия

¹ ig-7@mail.ru

² reder100@myrambler.ru

³ max.max-pet@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена вопросам очистки дождевых сточных вод. В статье рассмотрены методы очистки данных стоков. Представлены разработки Казанского государственного архитектурно-строительного университета в области очистки дождевых стоков. Представлена схема установки очистки дождевых стоков и схема опытной установки для излучения процессов очистки дождевых сточных вод в напорных гидроциклонах конструкции КГАСУ.

Ключевые слова: дождевые сточные воды, очистка дождевых сточных вод, установка очистки дождевых стоков, опытная установка, напорный гидроциклон.

Для цитирования: Шешегова И.Г., Бусарев А.В., Петров М.Н. Очистка дождевых сточных вод с использованием напорных гидроциклонов // Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.428

Original article

RAINWATER TREATMENT USING PRESSURE HYDROCYCLONES

**Irina Gennadyevna Sheshegova, Senior lecturer ¹,
Andrey Valeryevich Busarev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor²,**

Maxim Nikolaevich Petrov, student³

^{1,2,3}Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russia

¹ig-7@mail.ru

²reder100@myrambler.ru

³max.max-pet@yandex.ru

Annotation. This article focuses on stormwater treatment. It examines methods for treating this wastewater. It presents developments by the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering in the field of stormwater treatment. A diagram of a stormwater treatment plant and a pilot plant for irradiating stormwater treatment processes in pressure hydrocyclones designed by KSUACE are presented.

Keywords: Rainwater, rainwater treatment, rainwater treatment plant, pilot plant, pressure hydrocyclone.

For citation: Sheshegova I.G., Busarev A.V., Petrov M.N. Rainwater treatment using pressure hydrocyclones // Fundamentals of rational nature management: materials of the XI National conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2025, p.428

Дождевые сточные воды, поступающие с территории населенных пунктов и промышленных предприятий содержат эмульгированные нефтепродукты, твердую взвесь, а также органические загрязнения. Содержание в этих стоках нефтепродуктов достигает 100-200 мг/л, взвешенных веществ – 1000-2000 мг/л, а их БПК_н не превышает 15-30 мг/л [1,2].

Для очистки дождевых сточных вод используется механические, физико-химические и биологические методы [3]. К механическим методам обработки ливневых стоков относятся пескоулавливание (горизонтальные и тангенциальные песколовки), отстаивание (тонкослойные отстойники и многоярусные нефтеловушки), фильтрование (скорые и сверхскорые фильтры с зернистой загрузкой, фильтры с плавающей загрузкой и каркасно-засыпные

фильтры), а также очистка в поле центробежных сил (открытые и напорные гидроциклоны) [3].

К физико-химической очистке дождевых сточных вод могут быть отнесены коагуляция (обработка стоков реагентами с целью интенсифицировать их механическую очистку), напорная флотация, сорбция (напорные адсорбционные фильтры), а также ультрафильтрация (мембранные разделители) [2,3].

Биохимическое окисление применяется для доочистки дождевых стоков в биопрудах или на полях фильтрации [3]. В последнее время для обработки сточных вод от нефтепродуктов стали использоваться мембранные биореакторы [2,4].

В Казанском государственном архитектурно-строительном университете (КГАСУ) проводятся исследования процессов очистки дождевых сточных вод. Для этого применяются напорные гидроциклоны конструкции КГАСУ [1,2].

В КГАСУ разработаны установки типа блок гидроциклон - отстойник (БГО), блок гидроциклон-цилиндрические камеры - отстойник (БГКО), а также блок струйный элемент – отстойник (БСО), которые можно использовать для очистки ливневых стоков от нефтепродуктов и взвешенных веществ [5].

Для глубокой очистки ливневых стоков в КГАСУ использовали адсорбционные напорные фильтры, загруженные активированным углем [6], а также мембранные разделители [2,4].

В КГАСУ запроектирована технология очистки дождевых стоков, схема которой представлена на рис.1. В состав этой установки входят горизонтальная песколовка с ложным днищем 1, накопительная емкость 2, гидроциклонная установка из нескольких элементарных напорных гидроциклонов 3, тонкослойный горизонтальный отстойник 4, резервуар для уловленных нефтепродуктов 5, скорые напорные двухслойные фильтры с зернистой загрузкой 6, резервуар для промывной воды 7, напорные адсорбционные фильтры 8, загруженных активированным углем, насосы и соединительные трубопроводы.



Из песколовки 1 вода по линии 9 самотеком поступает в емкость 2, откуда она по трубопроводу насосами Н-1 подается на очистку в гидроциклонную установку 3. В напорных гидроциклонах происходит отделение взвешенных веществ от ливневых стоков под действием сил центробежного поля, которые возникают за счет тангенциального ввода суспензии в цилиндрикоконические пропуска напорных гидроциклонов [1,2,5].

Уловленные в отстойнике 4 нефтепродукты под избыточным давлением по линии 13 отводятся в резервуар 5, откуда они насосами Н-2 по трубопроводу 14 перекачиваются на нефтебазу.

Осадок из отстойника 4 под избыточным давлением по линии 15 периодически отводится на песковые площадки.

Очищенные в отстойнике 4 ливневые стоки под избыточным давлением по линии 16 поступает на доочистку в скорые напорные фильтры 6, которые имеют двухслойную зернистую загрузку (дробленый антрацит и кварцевый песок). Эффективность очистки таких фильтров по взвеси и нефтепродуктам достигает 70-80% [4,8]. Промывка скорых напорных фильтров 6 осуществляется фильтратом, который из резервуара 7 насосом Н-3 подается по трубопроводу 17. Загрязненная промывная вода под остаточным давлением отводится от фильтров 6 по линии 18 в голову установки. Вода в резервуар 7 поступает с фильтров 6 по линии 19.

Дождевые сточные воды из фильтра 6 под избыточным давлением по линии 20 поступают на глубокую очистку от нефтепродуктов в скорые напорные адсорбционные фильтры 7. Очищенные сточные воды отводятся от установки под остаточным давлением по трубопроводу 21. Загрузка в фильтрах не регенерируется, а по истечению ее сорбционной емкости периодически заменяются на новую.

Концентрация взвеси в дождевых стоках на описанной выше установке снижается с 2000 мг/л до 5 мг/л, нефтепродуктов – со 120 мг/л до 0,5 мг/л, а БПК_н этих сточных вод уменьшается с 22 мг/л до 5 мг/л.

Для изучения процессов очистки дождевых сточных вод в напорных гидроциклонах конструкции КГАСУ была создана опытная установка (рис.2).

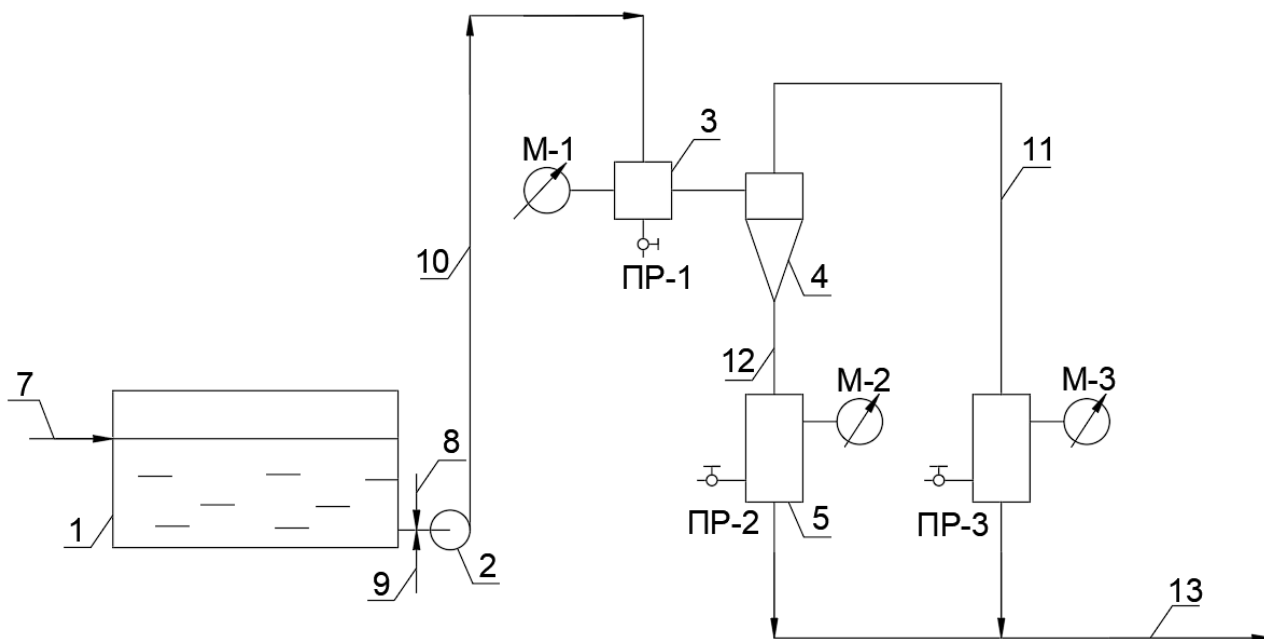


Рисунок 2- Опытная установка

Смешение нефтепродуктов и взвешенным веществ с водопроводной водой происходит в насосе 2 за счет вращения его рабочего колеса.

Емкость 3 служит для рандомизации потока воды, поступающего в напорные гидроциклоны 4. Она оборудована пробоотборником ПР-1 для отбора

воды, поступающей на очистку, а также манометром М-1, который измеряет давление на входе в гидроциклон.

Резервуары 5 и 6 создают противодействие на сливах гидроциклонов. Они тоже имеют пробоотборники ПР-2 и ПР-3 для отбора очищенной воды и манометры М-2 и М-3 для измерения противодействия на сливах гидроциклонов.

При обработке дождевых сточных вод в напорных гидроциклонах очищенные от нефтепродуктов вода отводится с нижнего слива этих аппаратов, а очищенная от взвеси сточная вода – с их верхних сливов.

В качестве гидроциклона в установке предполагается использовать аппараты типа GC-40, GC-80, GC-100. Геометрические параметры данных аппаратов представлены в [9].

Список источников

1. Бусарев А.В., Селюгин А.С., Каюмов Ф.Ф. К вопросу очистки поверхностных стоков в гидроциклонных установках // Современные наукоемкие технологии, 2016, №10. С. 229-232.
2. Адельшин А.Б., Гареев Б.М., Манвелян Ш.Г., Бусарев А.В., Селюгин А.С. Исследование процессов очистки поверхностных стоков // Вода: химия и экология, 2014, №8. С. 113-117.
3. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М. и др. Водоотводящие системы промышленных предприятий. М.: Стройиздат, 1990. 511 с.
4. Бусарев А.В., Селюгин А.С., Каюмов Ф.Ф. К вопросу применения нанотехнологий при очистке сточных вод: сб. мат. Международной конференции «Нанотех» – Казань: КГТУ, 2009. С. 106-109.
5. Адельшин А.А., Адельшин А.Б., Урмитова Н.С. Гидродинамическая очистка нефтепромысловых сточных вод на основе применения закрепленных потоков: монография – Казань: КГАСУ, 2011. 245 с.
6. Гареев Б.М., Бусарев А.В., Селюгин А.С., Каюмов Ф.Ф. Глубокая очистка сточных вод от мойки легковых автомобилей с применением адсорбционных фильтров // Евразийская научное объединение, 2015, №10. С. 48-49.
7. Завьялов С.Н. Мойка автомобилей. Технология и оборудование. М.: Транспорт, 1994. 176 с.
8. Ласков Ю.М., Воронов Ю.В., Калицун В.И. Примеры расчетов канализационных сооружений. М.: Альянс, 2008. 255 с.
9. Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Степанов В.О. Некоторые аспекты очистки стоков, образующихся при промывке скорых фильтров // Известия КГАСУ. 2018. №2(44) С.193-200.

© Шешегова И.Г., Бусарев А.В., Петров М.Н., 2025

НАПОЛЬНЫЙ ГАЗОВЫЙ КОТЕЛ ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ГОРЕНИЯ AUER PULSATOIRE

Валерий Евгеньевич Щербань, студент¹,
Ольга Валентиновна Михеева, к.т.н., доцент²

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

¹valera.18.05@mail.ru

²omuk@inbox.ru

Аннотация. В статье рассматриваются напольный газовый котел пульсирующего горения. Трехконтурные котлы позволяют одновременное обслуживание устройства радиаторной системы отопления, теплого водяного пола и горячего водоснабжения. Рассмотрены достоинства трехконтурных котлов.

Ключевые слова: Трехконтурный котел, теплообменник, Пульсар.

Для цитирования: Щербань В.Е., Михеева О.В. Напольный газовый котел пульсирующего горения Auer Pulsatoire// Основы рационального природопользования: материалы XI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025, с.434

Original article

AUER PULSATOIRE FLOOR-STANDING GAS PULSED-COMBUSTION BOILER

Valery Evgenievich Shcherban, student¹,
Olga Valentinovna Mikheeva, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor²

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

¹valera.18.05@mail.ru

²omuk@inbox.ru

Abstract. This article discusses a floor-standing gas pulsated-combustion boiler. Three-circuit boilers allow for the simultaneous operation of a radiator heating system, underfloor heating, and hot water supply. The advantages of three-circuit boilers are discussed.

Keywords: Three-circuit boiler, heat exchanger, Pulsar.

For citation: Shcherban V.E., Mikheeva O.V. Auer Pulsatoire floor-standing gas boiler with pulse combustion// Fundamentals of Rational Nature Management:

Для газифицированного загородного дома проблема отопления исчезает с покупкой газового котла. В агрегате используется газ — самое дешевое топливо. Экономичная эксплуатация по большому счету и становится решающим фактором при выборе из числа разнотипных устройств, представленных на рынке отопительного оборудования. Все прочие варианты горючего не только стоят дороже газа, но и имеют значительно меньшую теплоотдачу. Природный или сжиженный газ поставляется из магистральной трубы, благодаря чему обеспечивается бесперебойная работа, за котлом не требуется постоянного присмотра.

Модели различаются по целому ряду критериев. Их необходимо учитывать при покупке техники для конкретных условий эксплуатации.

Трехконтурные газовые котлы нашли широкое в частных домах. Они котлы позволяют подключить не только системы отопления Принцип горения в стандартных котлах основан на излучении тепловой энергии, в то время как в Пульсаторе тепло производится путем микро возгораний (115 в секунду).



Рисунок 1 –Трехконтурный котел Auer Pulsatoire [1]

Газовоздушная смесь поступает непосредственно в камеру сгорания и вызывает микросжиг. Газообразные продукты сгорания, выходящие через систему трубопроводов, создают разрежение, в результате чего поступает новая газовоздушная смесь.

Теплообменник состоит из спиральных труб внутри камеры сгорания, которая погружена в воду, чтобы достичь оптимального теплообмена. Давление/разрежение, создаваемое последовательными микро-возгораниями, в свою очередь создает турбулентный поток газов сгорания в трубе теплообменника, таким образом, максимум энергии передается воде. Температура отработанных газов может понижаться до 25°C на выходе теплообменника. Они могут отводиться с помощью обычной трубы из ПВХ - без вентиляционной трубы.

Основными преимуществами трехконтурного котла являются: простая регулировка работы пульсирующего котла с помощью двух кнопок. На цифровом дисплее постоянно отображается рабочее состояние котла. Ручной и автоматический режимы управления. Для переключения с одного типа газа на другой просто замените форсунку. Три отдельных контура, каждый из которых работает при своей температуре: два контура отопления (центральное отопление + теплые полы) и контур горячего водоснабжения. При необходимости увеличения мощности пульсаторные котлы могут быть подключены параллельно. Экономия электроэнергии достигает 40% по сравнению с другими типами газовых котлов. Также экономится электроэнергия за счет автономной работы. Самонастраивающееся электронное управление и интегрированное программирование гарантируют оптимальный комфорт и дополнительную экономию. Электронное управление, подключенное к внешнему датчику, обеспечивает постоянное поддержание максимально низкой температуры воды (диапазон 30 - 80°C). Для каждого из трех отопительных контуров доступно программирование на 7 дней с использованием 3 уровней (комфорт, экономичность и защита от замерзания). Генератор изготовлен из прочной нержавеющей стали. Он не имеет горелки, поэтому не требует регулировки. Он не требует технического обслуживания. Камера сгорания и теплообменник всегда остаются чистыми.

Таблица 1 - Технические характеристики котла Пульсатор [1]

Модель	Pulsatoire 20i	Pulsatoire 32i	Pulsatoire 40i
Мощность в кВт для потока воды при температуре:			
25°C/20°C	21,8 кВт	35,3 кВт	43,6 кВт
50°C/30°C	21,4 кВт	34,9 кВт	42,0 кВт
80°C/60°C	20,0 кВт	32,0 кВт	40,0 кВт
Расход газа	_{2E+3P} (Природный газ пропан)		
Природный газ G20	2,12 м3/ч	3,50 м3/ч	4,23 м3/ч
Природный газ G25	2,25 м3/ч	3,70 м3/ч	4,50 м3/ч
Сжиженный газ G31	1,60 м3/ч	2,65 м3/ч	3,30 м3/ч
Пропан	Котел поставляется с комплектом для использования сжиженного газа		

Электрические соединения	230 В 50 Гц		
Окклюдирующая электрическая мощность	25 Вт		
Тип дымохода ПВХ М1	ПВХ диам. 40 мм	ПВХ диам. 63 мм	ПВХ диам. 63 мм
Длина	15 м	25 м	25 м
Эффективность на РСІ	109% (>98% на PCS)		
Потери за время остановки	44 Вт	62 Вт	62 Вт
Класс эффективности	Конденсационный		
Эффективность	****		
Экология			
Уровень вредных веществ	10 мг/кВт*ч	12 мг/кВт*ч	22 мг/кВт*ч
Акустическое давление на 1 м	41 дБ	42 дБ	44,5 дБ
Размеры в мм ВхДхГ	1120х550х545	1260х550х595	1260х550х595
Вес	95 кг	120 кг	120 кг
Емкость	7 л	16 л	16 л
Водопотери, мм рт. столба			
ΔТ 20°	70	145	210
ΔТ 10°	315	575	845
Диаметр соединения	1" ¼		
Регулировка и программирование	3 регулируемых контура, 3 часов, 3 программы		

Таким образом, для устройства радиаторной системы отопления, теплого водяного пола и горячего водоснабжения трехконтурный котел является приоритетным выбором.

Список источников

1. Официальный сайт Напольный газовый котел пульсирующего горения Auer Pulsatoire - Режим доступа: <http://www.mukhin.ru/teplo/auerpulsar.html>
2. Михеева, О. В. Основные направления энергосбережения в системах теплогазоснабжения и вентиляции / О. В. Михеева, Е. Н. Миркина, Т. А. Панкова // 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. 144-148. – EDN TMTJOM.

© Щербань В.Е., Михеева О.В., 2025

Содержание

Секция 1 Современные проблемы и перспективы развития природообустройства и гидромелиорации

<i>Абдразаков, Ф.К., Рукавишников А.А.</i> Теоретическое обоснование повышения эксплуатационной надёжности облицованных оросительных каналов	3
<i>Антонова Е.В., Прокопец Р.В., Никишанов А.Н.</i> Проблемы отведения и очистки поверхностного стока с территории УНПК «Агроцентр» Вавиловского университета	10
<i>Балабенко Е.В.</i> Идентификация и оценка состояния территорий размещения отходов в городском округе Донецк	16
<i>Бекбергенова С.З., Хепуриани Е.Д.</i> Оптимизация водоочистки в капельном орошении с применением новых технологий	22
<i>Беляков О.А., Абдразаков Ф.К.</i> Изучение эффективности использования гидроизоляционных материалов на облицованных оросительных каналах	26
<i>Герасимов К.А., Абдразаков Ф.К.</i> Экологические риски, связанные с использованием оросительных каналов	32
<i>Кравчук А.В., Панкова Т.А.</i> Исследование влажности почвы в условиях Саратовского Заволжья	37
<i>Мамедова Л.С., Прокопец Р.В.</i> Пруды УНПО «Муммовское» ФГБОУ ВО Вавиловского университета как источник воды для орошения	41
<i>Меняйло А.А., Миркина Е.Н.</i> Противопожарное водоснабжение железнодорожных вокзалов	46
<i>Миркина Е.Н., Михеева О.В., Панкова Т.А.</i> Водоснабжение аэропортов	50
<i>Никишанов А.Н., Прокопец Р.В., Аржанухина Е.В.</i> Режим орошения суданской травы в промежуточных посевах	54
<i>Олейников С.В., Садыкова Л.А., Саргужиева Б.А.</i> Строительство оросительной системы в Западно - Казахстанской области	58
<i>Панкова Т.А., Орлова С.С., Михеева О.В.</i> Суммарное водопотребление люцерны сухостепного Заволжья	63
<i>Пронько Н.А., Кулявцева А.А.</i> О проблеме деградации орошаемых темно-каштановых почв Саратовского Заволжья и путях ее решения	67
<i>Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н., Шишенин Е.А., Ковылин И.В.</i> Анализ и обоснование конструкции концевых дождевальных аппаратов для многоопорных дождевальных машин	72
<i>Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н., Смирнов Е.С., Волков А.В.</i> Анализ и обоснование оборудования для механизации работ на системах капельного орошения в весенний период	79
<i>Сафин Э.Э., Абдразаков Ф.К.</i> Эффективность применения композитных материалов для облицовки оросительных каналов	85
<i>Череменцев С.С., Прокопец Р.В., Аржанухина Е.В.</i> Технологии орошения с использованием местного стока на землях УНПО «Муммовское» ФГБОУ ВО Вавиловского университета	95

Секция 2 Цифровизация и роботизация процессов управления водными и земельными ресурсами

<i>Балабекова А.И., Гарнец О.С.</i> Интеллектуальная система полива: технология и принцип работы	102
<i>Богуславский Л.А., Проваторова Г.В.</i> Оптимизация проектных решений с использованием искусственного интеллекта в проектировании автомобильных дорог	106
<i>Болдумак Е.В.</i> Цифровые технологии как элемент конкурентоспособности на рынке труда	113
<i>Болдырев А.В., Демакина И.И.</i> Актуальные аспекты использования геоинформационных систем в природообустройстве и водопользовании	118
<i>Валиева А.Ю., Демакина И.И.</i> Применение ГИС-технологий в области природообустройства	123
<i>Гайнешова А.М., Максutow Д.У.</i> Роль IT в цифровизации и роботизации управления природными ресурсами	129
<i>Жукенова Д.Е., Аханов С.И.</i> Геоинформационные системы (ГИС) и спутниковый мониторинг в цифровом управлении земельными ресурсами	134
<i>Жумагалиев Н.С., Садыкова Л.А.</i> Эффективное управление водными и земельными ресурсами с использованием цифровых и роботизированных систем	140
<i>Кайранбаева А.Б.</i> Роботизированные и цифровые системы управления технологическими процессами на очистных сооружениях сточных вод	145
<i>Медведев Н.В., Корсак В.В.</i> Роботизированные и цифровые системы управления технологическими процессами на очистных сооружениях сточных вод	150
<i>Нургалиева К.В., Демакина И.И.</i> Геоинформационные системы управления земельными ресурсами территории Федоровского МР Саратовской области	156
<i>Сарсенгалиева А.М.</i> Применение технологий искусственного интеллекта в управлении системами орошения: возможности и ограничения	161
<i>Шатекова А. Н.</i> Разработка программного обеспечения для роботизированных систем очистки и мониторинга водоемов	168
<i>Шынтемир И.Б., Ягшыбаева Н.Ж.</i> Роль автоматизированных систем в предотвращении загрязнения вод и деградации земель	171

Секция 3 Современные направления совершенствования строительных технологий и процессов

<i>Вихрев А.В., Кандрашкина Ю.С., Ичетовкина А.А.</i> Методика создания охлажденных композиций с органоминеральным составом на базе эмульсионной системы, формируемой благодаря феномену спонтанного эмульгирования битумного материала	176
<i>Володина Н.Н., Балабенко Е.В.</i> История создания светопрозрачного бетона	185

<i>Гарнец О.С., Балабекова А.И.</i>	Гиперпрессованный кирпич – инновационный материал в сфере строительства зданий и сооружений	190
<i>Григорян Г.К., Прокофьев Р.В., Евстратов С.Е.</i>	Актуальные цветовые схемы в оформлении образовательных и выставочных пространств, ориентированных на детскую и подростковую	195
<i>Диденко С.Р., Кузнецова Е.В.</i>	Влияние технологических процессов на прочность каменной кладки	200
<i>Ельчищева Т.Ф., Подплутова П.В.</i>	Методы укрепления фундаментов и кладки в руинированных памятниках кирпичной готики на примере кирхи Алленау	206
<i>Заярин Д.С., Кузнецова Е.В.</i>	Монтаж конструкций в экстремальных условиях – в зимний период года	213
<i>Зеньков С.А., Дрюпин П.Ю., Медведев С.Н., Быков П.Д.</i>	Определение сил, действующих на рукоять экскаватора ЕК-14, повернутую на угол 90°	217
<i>Ичетовкина А.А., Кандрашкина Ю.С., Вихрев А.В.</i>	Применение искусственного интеллекта для анализа интенсивности движения автомобильных дорог	223
<i>Кандрашкина Ю.С., Вихрев А.В., Ичетовкина А.А.</i>	Сравнительный анализ технологий получения дорожного битума в России	232
<i>Клименко Н.О., Орлова С.С.</i>	Особенности применения монтажной пены на производстве с опасными огневыми процессами	241
<i>Корелко Р. В., Орлова С. С.</i>	Методики оценки и минимизации взрывопожарных рисков на этапах проектирования зданий	245
<i>Костенко А.А., Орлова С.С.</i>	Особенности реализации требований промышленной безопасности при возведении высотных зданий	250
<i>Кузнецова Е.В., Ипатова Д.В.</i>	Роботизированная кладка: миф или реальность современной стройки	256
<i>Кузнецова Е.В., Панченко А.М.</i>	Проблемы трёхслойной кирпичной кладки	261
<i>Куликова А.В., Нехай Р.Г.</i>	Расчет свайного основания с возможностью образования карстовых воронок	266
<i>Кулис И.В.</i>	Повышение экологической безопасности АБЗ дорожно-строительного предприятия Калининградской области путем газификацией сжиженным газом (СУГ)	269
<i>Михеева О.В., Орлова С.С., Миркина Е.Н.</i>	Изучение зеленых крыш	274
<i>Панова А.А., Кузнецова Е.В.</i>	Монтаж конструкций в экстремальных условиях – в летний период года	279
<i>Поваров А.В.</i>	Применение пенополиуретана в качестве утеплителя в системе «вентилируемого» фасада здания	283
<i>Рукавишников, А.А., Абдразаков Ф.К.</i>	Экономико-энергетическая эффективность внедрения композитных облицовок и модернизированной техники для эксплуатации оросительных каналов	288
<i>Русанова Д.А., Орлова С.С.</i>	Пожарная безопасность модульных конструкций	293

<i>Федюнина Т.В.</i> Системный подход в управлении недвижимым имуществом	299
<i>Чех Е.В., Федосюк Н.А., Тимошук Н.А.</i> Интеграция цифровых технологий и современных образовательных практик в развитие кадрового потенциала строительной отрасли Республики Беларусь в контексте устойчивого развития	305
<i>Шелкоплясов Н.А., Кулешов Е.М., Патрикеев А.А.</i> Повышенная опасность строительства в социальной жизни города: баланс интересов	312
Секция 4 Основные проблемы водо-, газо-, теплоснабжения и энергообеспечения объектов	
<i>Абдрахманова И.Т.</i> Автоматизация систем электроснабжения и её влияние на энергобезопасность объектов	317
<i>Алиакберов Р.Т., Низамова А.Х.</i> Особенности пожарной безопасности подземных автомобильных стоянок	321
<i>Балдина С.С., Панкова Т.А.</i> Применение возобновляемых источников энергии в теплоэнергетическом комплексе региона	326
<i>Барабанов Д.С.</i> Автоматизация систем отопления и вентиляции	330
<i>Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Чернов А.В.</i> Очистка нефтесодержащих сточных вод от нефти и взвешенных веществ с использованием напорных гидроциклонов	333
<i>Горбачева А.В., Федюнина Т.В.</i> Автомат аварийного закрытия крана для магистральных, технологических и промысловых газопроводов	340
<i>Гужвин Я.А., Федюнина Т.В.</i> Влияние установки радиаторных терморегуляторов на энергопотребление многоквартирного дома	344
<i>Ивлиева Д.А., Федюнина Т.В.</i> Энергосберегающие технологии в централизованном теплоснабжении на основе тепловых насосов	348
<i>Маржанов Р.А., Федюнина Т.В.</i> Энергосбережение за счет применения конденсационного газового котла	357
<i>Марьясова Е.Г., Поваров А.В.</i> Актуальность применения САКЗ в многоквартирных домах	363
<i>Мичурина О.Ю., Дубинина Н.А.</i> Мероприятия по росту энергоэффективности производства как универсальные инструменты повышения результативности управления	367
<i>Мосолов М.А., Федюнина Т.В.</i> К вопросу газификации поселка или частного дома	374
<i>Мухамедов Ч.М., Низамова А.Х.</i> Интегрированный подход к повышению энергоэффективности в системе водоснабжения	379
<i>Нагибин С.Н., Федюнина Т.В.</i> Альтернативные системы отопления	384
<i>Никулин М.А.</i> Проблематика энергоэффективного использования топливно-энергетических ресурсов на промышленных предприятиях в части систем теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха.	391
<i>Орлова С.С., Панкова Т.А., Миркина Е.Н.</i> Анализ эффективности работы систем теплоснабжения	395

<i>Приказчиков С.В., Михеева О.В.</i> Анализ проблем эксплуатации систем газоснабжения на объектах ЖКХ	401
<i>Сурмин Р.С.</i> Повышение эффективности газомасляного теплообменника газоперекачивающего агрегата	408
<i>Усачев А.П., Рулев А.В.</i> Анализ климатических данных по уменьшению количества облаков и определение влияния потепления климата на уменьшение их количества	412
<i>Чумовицкий В.С., Кондратьев И.М., Силкин Г.В.</i> Применение геодрен при осушении территорий, отводимых под автомобильные дороги	418
<i>Шаринов К.В., Низамова А.Х.</i> Перспективы применения систем пожаротушения тонкораспыленной водой на складских объектах	423
<i>Шешегова И.Г., Бусарев А.В., Петров М.Н.</i> Очистка дождевых сточных вод с использованием напорных гидроциклонов	428
<i>Щербань В.Е., Михеева О.В.</i> Напольный газовый котел пульсирующего горения Auer Pulsatoire	434

Научное издание

Основы рационального природопользования

**Материалы X Национальной конференции
с международным участием**

Адрес размещения:

<https://www.vavilovsar.ru/nauka/konferencii-saratovskogo-gau/2025-g>

Электронное издание

ISBN 978-5-7011-0897-2



Размещено 05.12.2025 г.

Объем данных: 10,7 Мбайт. Аналог печ. л. 27,6

Формат 60×84 1/16. Заказ №897

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

Тел.: 8(8452)26-27-83, e-mail: nir@vavilovsar.ru

410012, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3.