

**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**

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА,
ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И
ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ**

**Материалы XVI Национальной конференции
с международным участием**

**САРАТОВ
2026**

УДК 69:62:71:72:33
ББК 38:85.11
С 56

Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. – 574 с.

ISBN 978-5-7011-0909-2

В сборнике содержатся материалы XVI Национальной конференции с международным участием, проведенной 16 апреля 2026 года кафедрой «Гидромелиорация, природообустройство и строительство в АПК» ФГБОУ ВО Вавиловский университет, г. Саратов. Включенные в сборник материалы исследований ученых, аспирантов и соискателей посвящены актуальным вопросам водо-, газо-, теплоснабжения и энергообеспечения объектов, тенденциям совершенствования строительных технологий и процессов, современным проблемам и актуальным направлениям развития гидромелиорации и природообустройства, а также инновационным трендам роботизации и цифровизации в области строительства и АПК

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

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
С 56

ISBN 978-5-7011-0909-2

©Коллектив авторов (тексты статей), 2026
©ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026

Секция 1
**Актуальные вопросы водо-, газо-, теплоснабжения и
энергообеспечения объектов**

Научная статья
УДК 628.1

**ОСОБЕННОСТИ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ
СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ**

Арслан Линарович Бадртдинов¹,
Ирина Геннадьевна Шешегова²

^{1,2}Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г.Казань, Россия

¹qzed@icloud.com

²ig-7@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена особенностям хозяйственно-питьевого водоснабжения сельских поселений. Проблема обеспечения водой питьевого качества населения сельских мест стоит особенно остро. В статье приведены причины сложившейся ситуации. В качестве примера рассматривается состояние системы хозяйственно-питьевого водоснабжения Пестречинского сельского поселения республики Татарстан.

Ключевые слова: водоснабжения сельских поселений, система водоснабжения, подземная вода, качество подземной воды, водопроводные сети.

Для цитирования: Бадртдинов А.Л., Шешегова И.Г. Особенности хозяйственно-питьевого водоснабжения сельских поселений // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с. 3

Original article

**FEATURES OF DOMESTIC AND DRINKING WATER SUPPLY
IN RURAL SETTLEMENTS**

Arslan Linarovich Badrtdinov¹,
Irina Gennadyevna Sheshegova²

^{1,2}Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г.Казань, Россия

¹qzed@icloud.com

Annotation. The article is devoted to the peculiarities of domestic and drinking water supply in rural settlements. Providing potable water to rural populations is particularly pressing. The article examines the reasons for this situation. As an example, it examines the state of the domestic and drinking water supply system in the Pestrechinsky rural settlement in the Republic of Tatarstan.

Keywords: water supply of rural settlements, water supply system, groundwater, groundwater quality, water supply networks.

For citation: Badrtdinov A.L., Sheshegova I.G. Features of domestic and drinking water supply in rural settlements // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.3

Обеспечение населения питьевой водой высокого качества является одной из наиболее важных проблем, актуальность которой с каждым годом возрастает. Особенно остро стоит проблема обеспечения водой питьевого качества населения сельских мест. Основными причинами сложившейся ситуации являются [1, с. 42]:

- дефицит качественной питьевой воды, обусловленный недостаточной мощностью отдельных водопроводов;
- неудовлетворительное санитарно-техническое состояние водопроводных сооружений и сетей;
- отсутствие зон санитарной охраны источников водоснабжения;
- ухудшение качества воды природных источников, в ряде случаев делающего их непригодными для хозяйственно-питьевого водоснабжения;
- использование природных вод без очистки и обеззараживания.

Эти проблемы характерны и для республики Татарстан (РТ).

Последние годы в РТ реализовывались программы по улучшению ситуации по обеспечению населения качественной питьевой водой [1, с. 42; 2, с. 16]. С 2019 года реализовывался федеральный проект «Чистая вода» национального проекта «Жилье и городская среда». В рамках государственной программы «Обеспечение качественным жильем и услугами жилищно-коммунального хозяйства населения на 2014-2020 годы» действовала программа «Водообеспечение на селе», в соответствии с которой велось проектирование, строительство и реконструкция объектов водоснабжения объектов обеспечения населения питьевой водой. Но несмотря на это, состояние обеспечения качественной питьевой водой населения сельских поселений остается довольно сложной.

Пестречинское сельское поселение расположено на северо-западе РТ, в центральной части Пестречинского муниципального района. Общая площадь сельского поселения составляет 5885 га. Численность населения составляет около 10 тыс. чел. В с. Пестрецы расположены муниципальные органы власти, орган местного самоуправления, предприятия АПК, учреждения образования

(детские сады, средние школы, ДЮСШ, профицей, Дом детского творчества), здравоохранения (ЦРБ, поликлиника), культуры (РДК, КСК, ДМШ), организации торговли, общественного питания и обслуживания населения, мечети, церковь. Жилищный фонд представлен как индивидуальными жилыми домами усадебной застройки, так и многоквартирными домами и составляет 207,7 тыс. м².

В настоящее время в Пестречинском сельском поселении действует централизованная система холодного водоснабжения. По степени обеспеченности подачи воды система водоснабжения относится к II категории.

Централизованная система водоснабжения обеспечивает:

- хозяйственно-питьевое водопотребление населения;
- хозяйственные нужды подсобных хозяйств, полив приусадебных участков;
- хозяйственно-питьевое водопотребление в общественных зданиях;
- производственные нужды предприятий;
- пожаротушение;
- собственные нужды на промывку водопроводных сетей и т. п.

Обеспеченность потребителей централизованной системой составляет около 94%. Остальные потребители пользуются водой из водозаборных колонок, индивидуальных скважин и родников различной степени обустроенности.

Централизованная система горячего водоснабжения отсутствует. Население, в том числе жители многоквартирных домов, пользуется в основном индивидуальными 2х-контурными газовыми котлами, обеспечивающими теплоснабжение и горячее водоснабжение.

Поверхностные воды на территории Пестречинского сельского поселения используются для полива, производственного водоснабжения, сельскохозяйственного водоснабжения и бытовых нужд. Основным источником поверхностных вод для потребителей является река Мёша и её притоки.

Водоснабжение населённых пунктов Пестречинского сельского поселения преимущественно осуществляется подземными водами забираемыми из 8 артезианских скважин и каптированного родника.

Специальных гидрогеологических исследований по обоснованию источников водоснабжения не проводилось. Водозаборы в Пестречинском сельском поселении эксплуатируются без проведения режимных наблюдений за состоянием подземных вод. Первый пояс зоны санитарной охраны водозаборов благоустроен и имеет ограждение, над водозаборами оборудованы павильоны. Скважины оборудованы приборами учёта поднимаемой воды, кранами для отбора проб. На скважинах установлены центробежные скважинные насосы типа ЭЦВ, осуществляющие подъём воды в водонапорные башни и подачу в распределительную сеть населённых пунктов. На каптаже родника вода из приёмной камеры подаётся в сети погружным насосом.

Анализ качества подземных вод представлен в табл.1 и 2.

Таблица 1 - Анализ качества подземных вод скважин

№	Показатель	Единица измерения	Результат испытания	Требования СанПиН 1.2.3685-21
1	Запах при 20 °С	баллы	0	≤ 2
2	Привкус	баллы	1	≤ 2
3	Цветность	градусы	$1,43 \pm 0,57$	≤ 20 (35)
4	Мутность (по формазину)	ЕМФ	$< 1,0$	$\leq 2,6$ (3,5)
5	Жёсткость общая	мг-экв/л	$13,0 \pm 2,0$	$\leq 7,0$ (10)
6	Водородный показатель	единицы pH	$7,6 \pm 0,2$	6-9
7	Окисляемость перманганатная	мг/л	$< 0,25$	$\leq 5,0$
8	Аммиак (по азоту)	мг/л	$0,32 \pm 0,11$	$\leq 2,0$
9	Нитраты (по NO_3^-)	мг/л	$3,52 \pm 0,53$	≤ 45
10	Железо (Fe, суммарно)	мг/л	$\leq 0,04$	$\leq 0,3$ (1,0)
11	Хлориды (Cl^-)	мг/л	$21,7 \pm 3,5$	≤ 350
12	Сульфаты (SO_4^{2-})	мг/л	285 ± 43	≤ 500

Таблица 2 - Анализ качества подземных вод родника

№	Показатель	Единица измерения	Результат испытания	Требования СанПиН 1.2.3685-21
1	Запах при 20 °С	баллы	0	≤ 2
2	Привкус	баллы	0	≤ 2
3	Цветность	градусы	$3,6 \pm 1,4$	≤ 20 (35)
4	Мутность (по формазину)	ЕМФ	$< 1,0$	$\leq 2,6$ (3,5)
5	Жёсткость общая	мг-экв/л	$6,8 \pm 1,0$	$\leq 7,0$ (10)
6	Водородный показатель	единицы pH	$7,9 \pm 0,2$	в пределах 6-9
7	Окисляемость перманганатная	мг/л	$< 0,25$	$\leq 5,0$
8	Аммиак (по азоту)	мг/л	$< 0,05$	$\leq 2,0$
9	Нитраты (по NO_3^-)	мг/л	$0,99 \pm 0,20$	≤ 45
10	Железо (Fe, суммарно)	мг/л	$\leq 0,04$	$\leq 0,3$ (1,0)
11	Хлориды (Cl^-)	мг/л	$14,9 \pm 2,4$	≤ 350
12	Сульфаты (SO_4^{2-})	мг/л	$33,4 \pm 6,7$	≤ 500

Несмотря на несоответствие подземных вод требованиям [3] по общей жёсткости сооружения водоподготовки отсутствуют.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение осуществляется через магистральные и уличные сети водопровода. Протяжённость водопроводной сети поселения 139,3 км. Трубопроводы проложены из чугунных, асбестовых и ПНД труб диаметром 50-150 мм. Износ трубопроводов составляет 75-80%. Ежегодно регистрируются аварии трубопроводов, в связи с чем до 10 % потребителей оказываются затронуты ограничениями подачи холодной воды. Суммарная расчётная величина годовых утечек в сетях и через уплотнения запорно-регулирующей арматуры системы холодного водоснабжения

оценивается в 109,7 тыс. м³/год, что составляет 21,0 % от объёма воды, поданной в сети.

В системе подачи воды Пестречинского сельского поселения эксплуатируются водонапорные башни типа Рожновского объёмом 15 м³ и 25 м³, а также резервуары-накопители, расположенные непосредственно около артезианских скважин.

Требуемый напор в сетях поддерживается за счёт перепада высот по трассе прокладки водоводов между источниками и потребителями воды, а также за счёт работы насосов.

Водопроводные сети оборудованы пожарными гидрантами и водоразборными колонками. Противопожарный запас воды хранится в водонапорных башнях.

Фактическое потребление воды по Пестречинскому сельскому поселению составляет 471,4 тыс. м³/год, расчётный среднесуточный расход воды 1080,1 м³/сут, расчётный расход воды в сутки максимального водопотребления 1413,1 м³/сут.

Полный учёт потребления воды в Пестречинском сельском поселении отсутствует. Узлами учёта поднятой воды оборудованы водозаборы, оснащённость приборами учёта расхода холодной воды населением, бюджетными организациями и прочими потребителями составляет около 85 %.

Список источников

1. Зарипов И.Р., Шешегова И.Г. К вопросу обеспечения питьевой водой сельских мест // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XII Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2022. С. 41-44.

2. Азизов И.И., Шешегова И.Г. К вопросу улучшения качества обеспечения населения сельских мест питьевой водой // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XIV Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2024, С.15-19.

3. Санитарные правила и нормы СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора России, 2021. 103 с.

© Бадртдинов А.Л., Шешегова И.Г., 2026

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ УСТРОЙСТВА И НАЛАДКИ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Мирон Андреевич Бежаев¹

Михаил Владимирович Булах²

^{1,2} Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия

¹mironbezhaev@yandex.ru

²mihaibulax@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены особенности устройства и наладки систем вентиляции высотных зданий. Показано, что эффективность выполнения монтажных и пусконаладочных работ определяется не только проектными решениями, но и качеством организации технологических процессов на объекте. Выделены основные факторы, осложняющие выполнение работ, в том числе ограниченность монтажного пространства, высокая насыщенность инженерными коммуникациями, необходимость поэтапной организации монтажа и зависимость результатов наладки от качества сборки системы. Предложены направления повышения эффективности технологических процессов, включающие предварительную координацию инженерных решений, поэтапную организацию работ, увеличение степени заводской готовности элементов и усиление контроля качества до начала наладки. Благодаря комплексному подходу удастся сократить переделки, поднять качество монтажных работ и лучше подготовить систему к эксплуатации.

Ключевые слова: системы вентиляции, высотные здания, технологические процессы, монтаж вентиляции, наладка инженерных систем, организационно-технологические решения, эффективность строительных процессов.

Для цитирования: Бежаев М.А., Булах М.В. Повышение эффективности технологических процессов устройства и наладки систем вентиляции высотных зданий// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием - Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.8

Original article

IMPROVING THE EFFICIENCY OF INSTALLATION AND COMMISSIONING PROCESSES FOR VENTILATION SYSTEMS IN HIGH-RISE BUILDINGS

Miron Andreevich Bezhaev¹

Mikhail Vladimirovich Bulakh²

^{1,2} Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

¹ mironbezhaev@yandex.ru

² mihaibulax@yandex.ru

Abstract. Installing and commissioning ventilation in high-rise buildings — that's what this paper is about. It argues that the quality of these works depends not only on design decisions, but also on how the construction process is organized on site.

The article identifies the main challenges encountered during this work: limited installation space, densely packed utility systems, the need for a phased installation, and the fact that commissioning is largely dependent on the quality of the system's assembly. To improve process efficiency, the article focuses on early coordination of engineering systems, phased work planning, increased use of prefabricated elements, and strict quality control before commissioning. It is shown that this integrated approach helps reduce rework, improve installation quality, and prepare the system more effectively for operation.

Keywords: ventilation systems, high-rise buildings, technological processes, ventilation installation, commissioning of engineering systems, organizational and technological solutions, efficiency of construction processes.

For citation: Bezhaev M.A., Bulakh M.V. Improving the efficiency of technological processes for the installation and adjustment of ventilation systems in high-rise buildings // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: Proceedings of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.8

В современных высотных зданиях системы вентиляции относятся к числу основных инженерных систем, от которых зависят параметры воздушной среды, микроклимат помещений и эксплуатационная надёжность объекта в целом. При этом качество работы вентиляции определяется не только принятыми проектными решениями, но и тем, насколько последовательно и грамотно организованы процессы монтажа, регулировки и наладки системы.

Актуальность данной темы связана с тем, что устройство вентиляции в высотных зданиях выполняется в условиях сложной пространственной организации объекта, значительной вертикальной протяжённости инженерных сетей и высокой плотности размещения коммуникаций. В таких условиях даже небольшие отклонения на стадии монтажа могут привести к последующим

корректировкам, осложнить наладку и затянуть ввод системы в эксплуатацию [1].

Особенность систем вентиляции высотных зданий состоит в многоуровневой структуре, наличии вертикальных шахт, технических этажей, разветвлённых горизонтальных участков и значительного числа узлов подключения оборудования. В таких зданиях возрастает роль точной пространственной увязки инженерных решений, поскольку вентиляционные сети должны быть согласованы не только с архитектурными и конструктивными элементами, но и с другими различными инженерными системами [2].

Специфика технологических процессов устройства вентиляции в высотных зданиях определяется тем, что монтаж ведётся поэтажно, по участкам и в тесной зависимости от готовности строительных и отделочных работ. Воздуховоды, фасонные элементы, вентиляционное оборудование, автоматика и крепёжные системы должны устанавливаться в определённой последовательности. Нарушение очередности приводит к стеснённости рабочих зон, пересечению процессов и снижению производительности. Кроме того, результаты последующей наладки напрямую зависят от точности монтажных операций, качества соединений и соответствия собранной системы проектной схеме.

Одной из основных проблем монтажа вентиляционных систем в высотных зданиях является ограниченность монтажного пространства. В шахтах, под потолочными пространствами, в технических помещениях и межэтажных зонах вентиляционные трассы проходят в непосредственной близости от кабельных линий, трубопроводов, систем водоснабжения, отопления, кондиционирования и противопожарной защиты. Это требует постоянной координации трасс и нередко приводит к корректировкам решений уже на объекте [3].

Существенные трудности проявляются и на этапе регулировки и наладки вентиляционных систем. Если в ходе монтажа допущены отклонения по геометрии трасс, нарушена герметичность соединений или неправильно установлены отдельные элементы и оборудование, наладка становится более длительной и менее устойчивой [4].

Кроме того, пусконаладочные работы осложняются, если к этому моменту не завершены смежные процессы, не обеспечена готовность автоматизированных элементов управления или отсутствуют условия для проверки системы в расчётных режимах.

Одним из основных направлений повышения эффективности является предварительная технологическая проработка монтажа [5]. До начала основных работ необходимо определить последовательность устройства системы, разделить её на отдельные монтажные участки, задать очередность сборки магистральных и распределительных элементов и заранее предусмотреть готовность мест размещения оборудования. Такой подход уменьшает количество организационных сбоях и снижает вероятность переделок.

Важную роль играет координация вентиляционных систем со смежными инженерными сетями [6]. На практике именно недостаточная согласованность между трассами вентиляции, электроснабжения, водоснабжения, кондиционирования и противопожарных систем часто становится причиной конфликтов в ограниченном пространстве. Предварительная пространственная увязка инженерных решений и уточнение проходов, креплений и зон размещения оборудования позволяют сократить число коллизий и обеспечить более устойчивую организацию монтажных работ.

Существенный резерв повышения эффективности связан с увеличением степени заводской готовности элементов вентиляционных систем. Использование укрупнённых монтажных узлов, заранее изготовленных фасонных деталей и комплектных поставок позволяет уменьшить объём подгоночных операций непосредственно на объекте. Это снижает трудоёмкость, сокращает время нахождения материалов в рабочих зонах и уменьшает вероятность монтажных ошибок.

Дополнительный эффект обеспечивает поэтажная и зональная организация работ. Деление объекта на технологические участки позволяет увязать устройство вентиляции с общестроительными, отделочными и другими инженерными процессами, уменьшить пересечение бригад и повысить управляемость работ. При таком подходе проще организовать подачу материалов, распределить фронт работ и обеспечить последовательную готовность отдельных участков системы к следующим операциям.

Особого внимания требует контроль качества до начала пусконаладочных работ. Результат наладки напрямую зависит от того, что сделано на этапе монтажа проверяются правильность установки оборудования, соответствие трасс проекту, качество соединений, герметичность воздухопроводов и общая готовность системы к испытаниям. Устранение дефектов до начала регулировки позволяет избежать повторных операций и снижает риск того, что пусконаладочные работы будут фактически использоваться для компенсации недостатков монтажа.

Завершающим направлением совершенствования является организация самих процессов регулировки и наладки. Более эффективным является поэтапный подход, при котором сначала проверяется работоспособность отдельных участков, затем выполняется регулировка системы, балансировка расходов воздуха и согласование работы вентиляционного оборудования с автоматикой. Такой порядок позволяет выявлять отклонения последовательно, а не на финальной стадии, когда их устранение требует дополнительных затрат времени и ресурсов.

Еще больше поднять эффективность можно, если использовать для координации как цифровые средства, так и обычные организационные приемы. Использование цифровых моделей инженерных систем, графиков готовности помещений, ведомостей скрытых работ и инструментов фиксации отклонений позволяет своевременно выявлять проблемные зоны и корректировать последовательность работ. Главным документом, на который до сих пор

опираются при организации стройки и взаимодействии ее участников, остается СП 48.13330.2019.

Основные направления повышения эффективности технологических процессов устройства и наладки систем вентиляции высотных зданий представлены на рисунке 1.

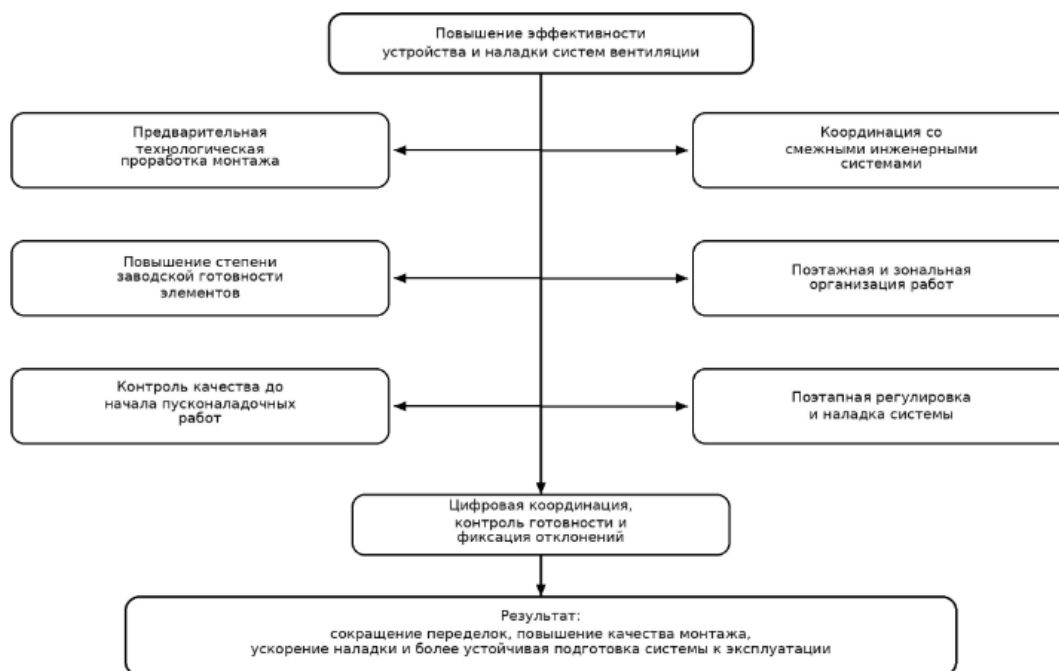


Рисунок 1 – Основные направления повышения эффективности технологических процессов устройства и наладки систем вентиляции высотных зданий

Практическую значимость предложенных решений можно показать на примере условного жилого высотного здания высотой 26 этажей, в котором предусматривается устройство приточно-вытяжной вентиляции с вертикальными магистральными участками и разводкой по этажам. При традиционной организации работ монтаж воздуховодов и оборудования выполняется без достаточной поэтапной координации со смежными системами, в результате чего возникают пересечения коммуникаций, необходимость корректировки трасс и задержки при подготовке системы к наладке. Если же работы организованы поэтапно, трассы заранее согласованы, а качество монтажа проверяется до начала регулировки, устройство системы становится более устойчивым. Это позволяет уменьшить объём переделок, повысить согласованность действий монтажных и пусконаладочных специалистов и обеспечить более качественную подготовку вентиляции к вводу в эксплуатацию.

Основные проблемы технологических процессов устройства и наладки систем вентиляции высотных зданий и направления их решения представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные проблемы технологических процессов устройства и наладки систем вентиляции высотных зданий и направления их решения

Проблема	Что вызывает проблему	К чему это приводит	Что позволяет снизить проблему
Ограниченное монтажное пространство	Высокая насыщенность инженерными коммуникациями и стеснённость технических зон	Усложнение трассировки, коллизии, переделки	Предварительная координация сетей и уточнение монтажных зон
Несогласованность со смежными работами	Отсутствие поэтажного графика и единой последовательности операций	Простои, сдвиг сроков монтажа и наладки	Поэтажная и зональная организация работ
Большой объём подгонки на объекте	Недостаточная заводская готовность элементов	Рост трудоёмкости и увеличение числа монтажных ошибок	Использование укрупнённых узлов и комплектных поставок
Недостаточный промежуточный контроль	Проверки выполняются только перед пусконаладкой	Дефекты выявляются поздно, наладка затягивается	Контроль качества монтажа и герметичности до начала наладки
Неготовность системы к пусконаладке	Несвоевременная готовность помещений, автоматики и оборудования	Задержка ввода системы в эксплуатацию	Поэтапная подготовка системы и согласование со смежными процессами

Таким образом, повышение эффективности технологических процессов устройства и наладки систем вентиляции высотных зданий требует комплексного подхода. Наибольший результат достигается не за счёт изолированного улучшения отдельных операций, а за счёт согласования всех этапов — от подготовки монтажа до регулировки и пусконаладочных работ. Предварительная технологическая проработка, координация со смежными системами, поэтажная организация работ, повышение заводской готовности элементов и усиленный контроль качества образуют единую систему мер, обеспечивающую более высокий уровень готовности вентиляции к эксплуатации.

Системы вентиляции высотных зданий требуют более сложной организации технологических процессов устройства, монтажа и наладки, чем инженерные системы на объектах меньшей этажности. Основные трудности

связаны с ограниченным монтажным пространством, пересечением инженерных коммуникаций, зависимостью результатов наладки от качества монтажных работ и необходимостью координации процессов на разных уровнях здания. Повышение эффективности достигается за счёт предварительной технологической проработки, пространственной координации систем, поэтажной организации монтажа, увеличения степени заводской готовности элементов и совершенствования контроля качества до начала пусконаладочных работ. Комплексная реализация указанных мер позволяет сократить объём переделок, повысить качество работ и обеспечить более эффективную подготовку систем вентиляции к вводу в эксплуатацию.

Список источников

1. Овчинникова, С. В. Прикладные аспекты применения расчетного комплекса для моделирования многопустотного монолитного перекрытия / С. В. Овчинникова // Инженерный вестник Дона. – 2021. – № 12(84). – С. 268-275.
2. СП 267.1325800.2016 «Здания и комплексы высотные. Правила проектирования».
3. Ovchinnikova, S. V. Key aspects of improving project management within the current socio-economic development / S. V. Ovchinnikova, A. N. Sekisov, A. V. Borovkov // E3S Web of Conferences : Ural Environmental Science Forum “Sustainable Development of Industrial Region” (UESF-2023), Chelyabinsk, 25–28 апреля 2023 года. Vol. 389. – Chelyabinsk: EDP Sciences, 2023. – P. 09015.
4. Лямина, А. А. Строительная система навесного вентилируемого фасада / А. А. Лямина, Л. К. Галстян, И. А. Гомзяк // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности : сборник научных статей по итогам двенадцатой международной научной конференции, Казань, 30–31 декабря 2020 года. Том Часть 1. – Казань: ООО «Конверт», 2020. – С. 168-171.
5. Овчинникова, С. В. Перепланировка и переустройство жилого помещения в многоквартирном доме / С. В. Овчинникова, О. Б. Чеботарева, С. В. Злобин // Вестник СевКавГТИ. – 2015. – № 4(23). – С. 162-165.
6. Комиссарова М. В. Основы организации строительства систем вентиляции // Вестник магистратуры. 2020. № 1–3 (100). С. 122–126.

© Бежаев М.А., Булах М.В. 2026

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НОВЫХ ЖИЛЫХ МИКРОРАЙОНОВ ВОДОЙ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**Анастасия Андреевна Борисова¹,
Ирина Геннадьевна Шешегова²**

^{1,2}Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г.Казань, Россия

¹ klapanuk@gmail.com.ru

² ig-7@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена вопросу обеспечения вновь строящихся крупных жилых микрорайонов водой для хозяйственно-питьевых целей. В статье приведены причины, которые не всегда оправдывают подключение таких объектов к существующим городским централизованным системам водоснабжения. Одним из решений проблемы водоснабжения крупных жилых микрорайонов может стать забор воды из альтернативного подземного источника с локальными очистными сооружениями. В качестве примера рассматривается возможность использования для хозяйственно-питьевого водоснабжения нового крупного микрорайона г. Казани воды подземного источника, находящегося в непосредственной близости от строящегося микрорайона.

Ключевые слова: водоснабжение жилых микрорайонов, источник водоснабжения, локальные очистные сооружения, качество воды, обезжелезивание, деманганация, водоподготовка подземной воды.

Для цитирования: Борисова А.А., Шешегова И.Г. Некоторые аспекты обеспечения новых жилых микрорайонов водой хозяйственно-питьевого назначения // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.15

Original article

SOME ASPECTS OF PROVIDING NEW RESIDENTIAL MICRODISTRICTS WITH DOMESTIC AND DRINKING WATER

**Anastasia Andreevna Borisova¹,
Irina Gennadyevna Sheshegova²**

^{1,2}Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г.Казань, Россия

Annotation. This article examines the issue of providing water for domestic and drinking purposes to newly constructed large residential neighborhoods. It also highlights reasons why connecting such facilities to existing city centralized water supply systems is not always justified. One solution to the water supply problem for large residential neighborhoods could be to draw water from an alternative underground source with on-site treatment facilities. As an example, the possibility of using water from an underground source located in close proximity to the neighborhood under construction for domestic and drinking purposes is discussed.

Keywords: water supply of residential areas, water supply source, local treatment facilities, water quality, iron removal, demanganization, groundwater treatment.

For citation: Borisova A.A., Sheshegova I.G. Some aspects of providing new residential microdistricts with domestic and drinking water // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.15

Последние годы благодаря масштабному строительству жилья на картах городов появляются новые крупные жилые микрорайоны с многоэтажной застройкой. Подключение таких крупных объектов к существующей городской инженерной инфраструктуре может быть затруднено в связи с возникающей дополнительной нагрузкой на нее.

Подключение вновь строящихся крупных жилых микрорайонов к существующей городской системе хозяйственно-питьевого водоснабжения не всегда бывает оправданным по ряду причин. Таковыми могут являться следующие причины [1]:

- ограничение по отбору необходимого расхода связанной с недостаточной мощностью существующих водозаборных и очистных сооружений;
- ненадлежащее качество питьевой воды из-за устаревших технологий очистки воды на существующих водопроводных очистных станциях;
- вторичное загрязнение воды в ходе транспортировки из-за большого износа труб и обрастания на их внутренних стенках;
- недостаточный напор и расход в сети, связанные с большими потерями напора из-за уменьшения проходного сечения трубопровода и больших непроизводительных расходов в ходе транспортировки воды;
- частые перебои в подаче воды из-за аварий на участках сети города в процессе длительной эксплуатации труб.

При невозможности подключения к существующей системе водоснабжения крупных жилых микрорайонов, решением проблемы может стать забор воды из альтернативного подземного источника с локальными очистными сооружениями. Подземные воды в основном не нуждаются в

сложной технологической схеме очистки и больших площадях для очистных сооружений. Также еще один источник для хозяйственно-питьевых нужд города повышает безопасность систем водоснабжения в чрезвычайных ситуациях [2].

Для хозяйственно-питьевого водоснабжения нового крупного микрорайона г. Казани прорабатывается возможность использования воды подземного источника, находящегося в непосредственной близости от строящегося микрорайона.

Общая площадь жилого микрорайона составляет 114 га. На 49 га предусмотрено строительство 17 многоэтажных жилых домов. Микрорайон рассчитан на проживание в нем порядка 14 тыс. чел. На территории микрорайона предусмотрена развитая инфраструктура: поликлиника, две школы на 1 224 мест, пять детских садов на 920 мест. Кроме того, в микрорайоне должны появиться здание многофункционального центра (МФЦ), физкультурно-оздоровительный комплекс (ФОК), химчистки, аптеки, банки, детские и спортивные площадки, продуктовые магазины, благоустроенные дворы и удобные парковки.

Эксплуатационные запасы воды подземного источника, его качество, а также возможность организации зон санитарной охраны позволяют использовать данный источник для хозяйственно-питьевых целей микрорайона. Качество воды и месторасположение источника позволит существенно снизить расходы на подготовку и транспортировку воды.

Анализ качества воды данного подземного источника требованиям СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [3] приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Анализ качества исходной воды и требования к хозяйственно-питьевой воде.

Показатели качества	Ед. изм.	Результаты анализа исходной воды	Требования СанПиН
Мутность	мг/л	0,5	1,5
Цветность	град	2	20
Железо	мг/л	до 1,1	до 0,3
Марганец	мг/л	до 0,25	до 0,1

Данные анализа показали, что исходная вода не удовлетворяет требованиям [3] по содержанию железа и марганца. Для доведения подземной воды до воды питьевого качества предлагается технология водоподготовки, включающая в себя методы обезжелезивания, деманганизации и обеззараживания.

Для обезжелезивания и деманганации предлагается применить реагентное окисление с последующим фильтрованием на осветлительных фильтрах. В качестве реагента для окисления железа и марганца находящихся в растворенном состоянии рекомендуется использовать комбинированный реагент «Диоксид хлора и хлор», который вводится непосредственно в трубопровод перед фильтрами. Обеззараживание также предусматривается реагентом «Диоксид хлора и хлор». Применение данного реагента заключается в высокой окислительной способности, пролонгированном бактерицидном эффекте в водораспределительных системах, предотвращающего возможность вторичного загрязнения воды. Реагент получают на автоматизированной установке [4] путем электролиза из доступного отечественного сырья (хлората натрия, поваренной соли и серной кислоты). Установка обладает малой энергоёмкостью. Это позволяет снизить эксплуатационные затраты по сравнению с использованием других реагентов примерно в 3 раза. Еще одно преимущество применение данных установок заключается в простоте обслуживания и эксплуатации, не требует постоянного присутствия персонала [4].

Технологическая схема водоподготовки для хозяйственно-питьевого водоснабжения жилого микрорайона представлена на рисунке 1.

В ее состав входят осветлительный фильтр 3, резервуар чистой воды 4, установка по получению комбинированного реагента «диоксид хлора и хлор» 5, насосы 2, 6, 7, соединительные трубопроводы и запорно-регулирующая арматура.

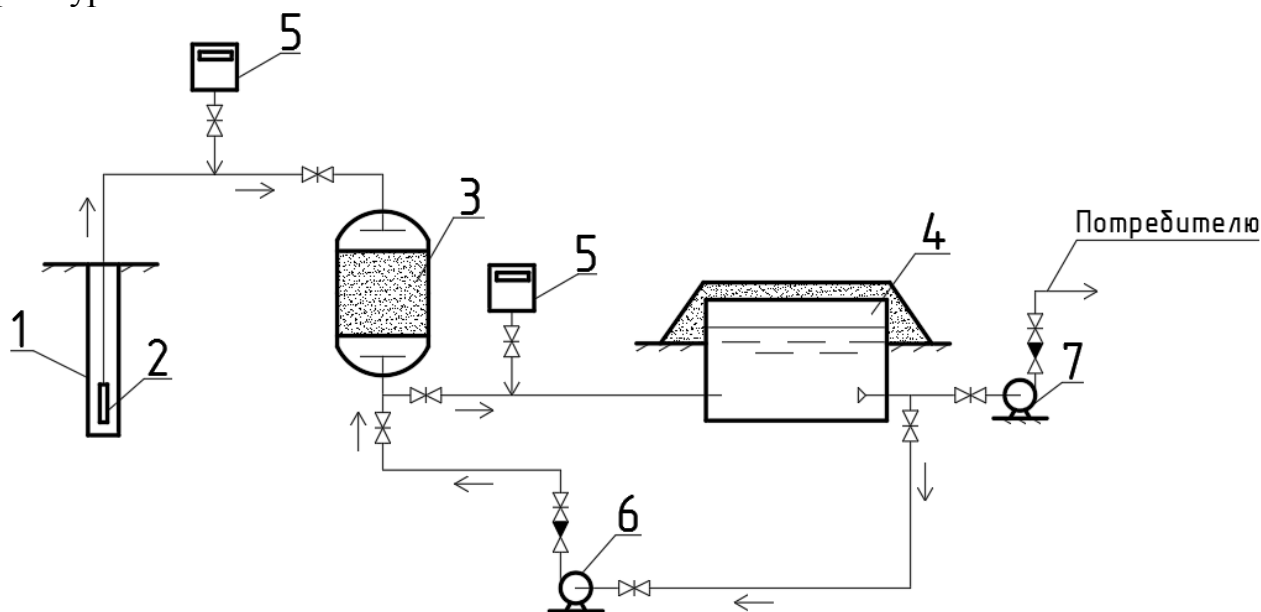


Рисунок 1 – Технологическая схема подготовки подземной воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения жилого микрорайона

Вода от скважины 1 насосом 2 подается на осветлительный фильтр 3. Перед фильтром 3 в воду подается «диоксид хлора и хлор» получаемый на установке 5 для окисления железа и марганца находящихся в растворенном состоянии. Окисленные железо и марганец задерживаются на фильтрах 3.

После фильтров вода отводится в резервуар чистой воды 4. Перед подачей воды в резервуар предусмотрено её обеззараживание «диоксидом хлора и хлор». Из резервуара 4 вода насосами 7 подаётся потребителю. Для отмывки загрузки от задержанных примесей предусмотрено её промывка очищенной водой.

Опыт применения данной технологии показал высокую эффективность по снижению железа и марганца для схожих условий [5-7].

Список источников

1. Пискунович Ю.И., Шешегова И.Г. Подготовка подземной воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения жилого микрорайона // Тенденции развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы международной научно-практической конференции. Саратов: ООО «Амирит», 2016. С. 200-202

2. ГОСТ Р22.6.01-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита систем хозяйственно-питьевого водоснабжения. Общие требования. Введ. 01.07.96. – М.: Госстандарт Российской Федерации, 1996. 16с.

3. Санитарные правила и нормы СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора России, 2021. 103 с.

4. Установка типа «ДХ-100» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.unichim.ru/him-pribory/avtomatizirovannye-ustanovki-tipa-dh-100/>

5. Шешегова И.Г., Покровский Н.С. Подготовка подземной воды для хозяйственно-питьевых нужд малоэтажного жилого комплекса //Актуальные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы VII очной Международной научно-практической конференции. Саратов: Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2018. С. 230-232.

6. Фахрутдинов А.Р., Шешегова И.Г. К вопросу хозяйственно-питьевого водоснабжения поселка городского типа Алексеевское Алексеевского района РТ // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы XIX Нац. конференции с международным участием. Саратов, 2020. С. 226-228.

7. Нурутдинова Э.Р., Шешегова И.Г. Подготовка подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения военного городка Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы XIII Национальной конференции с международным участием. Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2023. С. 46-49.

© Борисова А.А., Шешегова И.Г., 2026

РЕАЛИЗАЦИЯ ЗЕЛЕННЫХ СТАНДАРТОВ В ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ

Жасмин Айдынгаалиевна Бронзова¹,

Татьяна Васильевна Федюнина²

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

¹zasmin1213s@gmail.com

²t.fediunina2010@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены ключевые направления внедрения зелёных стандартов в системах теплоснабжения, оценены технологические решения, нормативно-правовая база, барьеры и перспективы. Показана роль возобновляемых источников энергии, энергоэффективных мероприятий в зданиях, утилизации вторичных энергоресурсов и модернизации инфраструктуры для снижения негативного воздействия на окружающую среду и оптимизации потребления тепла.

Ключевые слова: теплоснабжение, зеленые стандарты, солнечные коллекторы, возобновляемые источники энергии (ВИЭ), энергоэффективные технологии, утилизация тепла.

Для цитирования: Бронзова Ж.А., Федюнина Т.В. Реализация зеленых стандартов в теплоснабжении// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.20

Review article

DIGITALIZATION OF HEAT SUPPLY

Jasmine Aidingalievna Bronze¹,

Tatiana Vasilievna Fedyunina²

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

¹ zasmin1213s@gmail.com

²t.fediunina2010@yandex.ru

Abstract. The article examines the key directions for implementing green standards in heating systems, evaluates technological solutions, the regulatory framework, barriers, and prospects. It highlights the role of renewable energy sources, energy-efficiency measures in buildings, utilization of secondary energy resources, and infrastructure modernization for reducing environmental impact and optimizing heat consumption.

Keywords: heat supply; green standards; solar collectors; renewable energy sources (RES); energy-efficient technologies, heat recovery.

For citation: Bronzkova Z.A., Fedyunina T.V. Implementation of Green Standards in Heat Supply // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.20

Реализация «зелёных стандартов» в системах теплоснабжения представляет собой комплекс технических, организационных и нормативных мер, направленных на снижение выбросов парниковых газов, уменьшение локального загрязнения атмосферы, повышение энергоэффективности и оптимизацию расхода природных ресурсов. Подход базируется на принципах декарбонизации, циркулярной экономики и интеграции возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в распределённые и централизованные схемы теплоснабжения.

Возобновляемые источники энергии

- Тепловые насосы (геотермальные, воздушные, водяные) обеспечивают эффективный перенос тепла из внешней среды в систему отопления и могут работать совместно с электричеством, полученным от ВИЭ. Тепловые насосы демонстрируют высокую эффективность даже в холодном климате и способны покрывать существенную долю потребности в отоплении при правильном проектировании и интеграции. (Рисунок 1.)

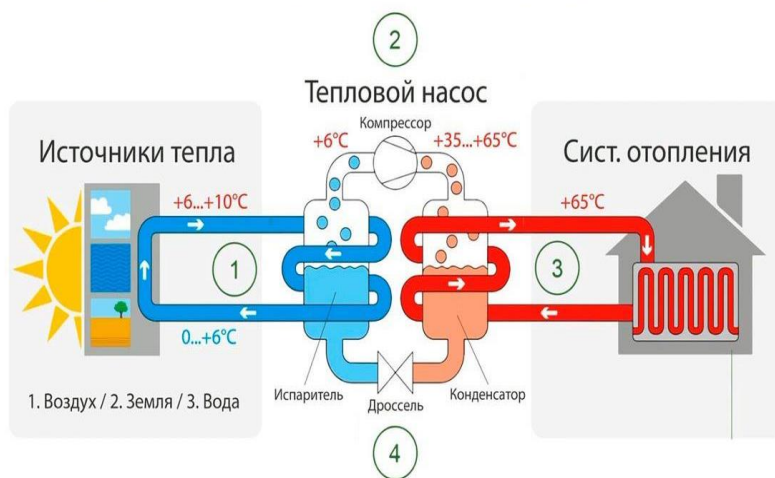


Рисунок 1 – Принцип работы теплового насоса

- Солнечные коллекторы применяются для подогрева воды и местного отопления; оптимальны в комбинации с буферными накопителями и вспомогательными электрическими системами. (Рисунок 2.)

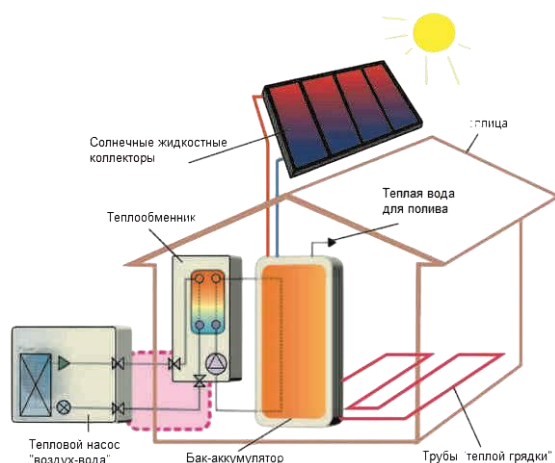


Рисунок 2 – Схема солнечного коллектора

- Биомассовые решения (пеллетные котлы, котлы на древесных отходах) позволяют использовать возобновляемое топливо, однако требуют оценки устойчивости снабжения и воздействия на лесные и сельскохозяйственные ресурсы. (Рисунок 3.)

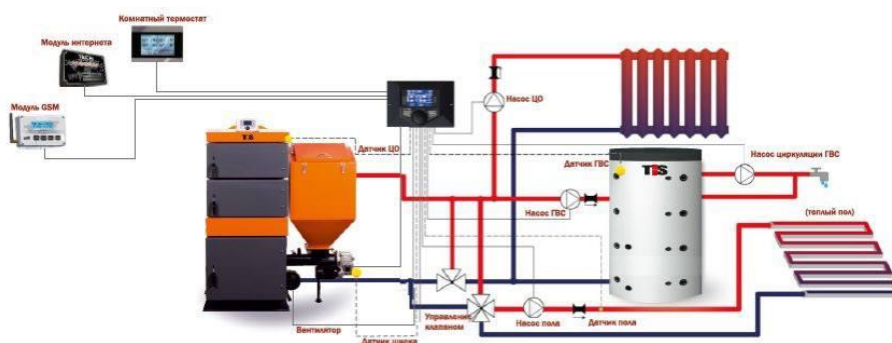


Рисунок 3 - Пеллетный котёл

Энергоэффективные мероприятия в зданиях

- Высококачественная теплоизоляция ограждающих конструкций, снижение теплотерь через строительные соединения.
- Установка энергоэффективных окон и дверей с пониженным коэффициентом теплопроводности.
- Интеграция систем автоматизации («умный дом») для адаптивного управления отоплением и вентиляцией.
- Применение рекуператоров в системах вентиляции для минимизации потерь тепла.

Утилизация вторичных энергоресурсов

- Использование сбросного тепла промышленных предприятий в системах централизованного теплоснабжения снижает суммарное потребление первичных энергоресурсов.
- Биогазовые установки и применение отходов (тепловых и органических) в локальных энергетических установках способствуют циклическому использованию ресурсов.

Модернизация инфраструктуры теплоснабжения

- Децентрализация генерации тепла (локальные котельные, блочно-модульные установки) позволяет сократить потери на теплотрассах и повысить гибкость управления.

- Внедрение индивидуальных и общедомовых приборов учёта тепла повышает прозрачность потребления и стимулирует экономию.

- Автоматизированные системы управления с учётом погодных условий оптимизируют тепловой режим и исключают перетопы/недотопы.

Разрабатываются технологические решения для экологически чистой выработки тепла, при которых в атмосферу выделяется преимущественно водяной пар; пример — интеграция процессов с криогенным разделением воздуха и использованием сжиженного кислорода в смесях с природным газом на ТЭЦ. Такие подходы требуют оценки экономической целесообразности, безопасности и экологической эффективности в конкретных условиях.

Нормативно-правовая база (на примере Российской Федерации)

В российском регулировании присутствуют стандарты, формализующие требования к «зелёным» зданиям и системам теплоснабжения:

- ГОСТ Р 71392-2024 — методика оценки и критерии проектирования, строительства и эксплуатации для зелёного индивидуального жилищного строительства; включает требования по энергоэффективности и использованию альтернативных источников энергии.

- ГОСТ Р 70346-2022 — методика оценки и критерии для многоквартирных жилых зданий на протяжении всего жизненного цикла.

- Федеральный закон от 27.07.2010 №190-ФЗ «О теплоснабжении» с изменениями регламентирует деятельность теплоснабжающих организаций и устанавливает обязанность реализовывать мероприятия по повышению энергетической эффективности.

Таблица 1 - Проблемы и вызовы внедрения зеленых стандартов в теплоснабжении

Проблема/вызов	Описание	Возможные пути решения
Высокие капитальные затраты	Значительные первоначальные инвестиции, необходимые для установки тепловых насосов, солнечных коллекторов, а также для модернизации существующих инженерных сетей.	- государственные субсидии и льготное кредитование; - механизмы энергосервисных контрактов; - поэтапная реализация проектов; - привлечение частных инвестиций и партнёрств (ГЧП).
Климатическая зависимость эффективности отдельных ВИЭ	Производительность отдельных возобновляемых источников энергии (прежде всего солнечных систем, в меньшей степени — воздушных тепловых	- комбинирование разных типов ВИЭ для взаимной компенсации недостатков; - использование накопителей энергии; - резервирование традиционных

	насосов) существенно варьируется в зависимости от погодных и климатических условий региона.	источников; - выбор технологий с учётом местного климата.
Отсутствие единой унифицированной методики верификации	Отсутствие единых, признанных на национальном уровне стандартов и методик подтверждения соответствия объектов «зелёным» стандартам, что затрудняет сертификацию, мониторинг и сравнение проектов.	- разработка и внедрение национальных стандартов «зелёного» строительства и энергетики; - адаптация международных стандартов (LEED, BREEAM и т.д.) к местным условиям; - создание единой цифровой платформы для верификации и учёта.
Необходимость учёта региональных особенностей	При выборе комплексных решений требуется учитывать локальную доступность ресурсов (солнечное излучение, ветер, геотермальные источники), климатические условия, экономическую ситуацию и инфраструктуру.	- проведение детальных региональных энергетических аудитов; - разработка типовых решений для разных климатических и экономических зон; - создание региональных программ поддержки ВИЭ; - использование цифровых моделей и ГИС-технологий для оптимизации размещения объектов.

- Высокие капитальные затраты при установке тепловых насосов, солнечных коллекторов и модернизации сетей.

- Климатическая зависимость эффективности отдельных ВИЭ (солнечные системы, в меньшей степени воздушные тепловые насосы).

- Отсутствие единой унифицированной методики верификации соответствия объектов «зелёным» стандартам усложняет сертификацию и мониторинг.

- Необходимость учёта региональных особенностей, доступности ресурсов и экономических ограничений при выборе комплексных решений.

Государственная поддержка программ повышения энергоэффективности и стимулов по использованию ВИЭ способствует расширению внедрения зелёных стандартов. Комплексный подход, включающий технологические инновации, модернизацию инфраструктуры и развитие нормативной базы, позволит сократить экологическую нагрузку и в долгосрочной перспективе уменьшить эксплуатационные расходы потребителей.

Реализация зелёных стандартов в теплоснабжении требует междисциплинарного и системного подхода: сочетания ВИЭ, энергоэффективных мероприятий в зданиях, утилизации вторичных энергоресурсов, модернизации сетей и развития нормативно-правовой базы. Преодоление финансовых и организационных барьеров и адаптация решений к региональным условиям обеспечат устойчивую и экологически безопасную систему теплоснабжения.

Список источников

1. Нормативные документы: ГОСТ Р 71392-2024; ГОСТ Р 70346-2022; Федеральный закон №190-ФЗ.
2. В. П. Смирнов, «Энергоэффективные технологии в теплоснабжении» — мероприятия по снижению потерь и повышению КПД.
3. Жуковская А.Ю., Гераськин Ю.М. Применение зеленых стандартов в России: проблемы и перспективы // Вестник Евразийской науки, <https://esj.today/PDF/37SAVN219.pdf?ysclid=mntamg6rxw327101008>

© Бронзова Ж.А., Федюнина Т.В., 2026

Обзорная статья
УДК 621.577

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА ЗЕМЛИ

Юлия Владимировна Бруева¹
Татьяна Васильевна Федюнина²

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

¹Krasnju@mail.com

²t.fediunina2010@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена вопросу использованию низкопотенциального тепла посредством теплового насоса. Рассмотрены преимущества и недостатки

Ключевые слова: энергия, низкопотенциальное тепло, тепловой насос, почва.

Для цитирования: Бруева Ю.В. Федюнина Т.В. Использование низкопотенциального тепла земли // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.25

Review article

USING LOW-POTENTIAL EARTH HEAT

Yulia Vladimirovna Brueva¹
Tatiana Vasilyevna Fedyunina²

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

¹ Krasnju@mail.com

² t.fediunina2010@yandex.ru

Annotation. The article is devoted to the use of low-potential heat by means of a heat pump. The advantages and disadvantages are considered.

Keywords: energy, low-potential heat, heat pump, soil.

For citation: Brueva Yu.V. Fedyunina T.V. Use of low-potential heat of the earth // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National conference with international participation – Saratov: FGBOU VO Vavilovsky University, 2026, p.25

Относительно недавно стали широко использоваться практически неиссякаемые источники энергии - низкопотенциальные источники, например, энергия земных недр, водоемов и атмосферы.

Температура на глубине почвы, так же, как и на глубине водоемов, на протяжении всего года остается практически неизменной. (рис.1)



Рисунок 1 - Распределение температур в поверхностном слое земли[1]

Низкопотенциальное тепло Земли — это тепловая энергия поверхностных слоёв грунта, грунтовых вод, воздуха или других сред с относительно низкой температурой, которое преобразуется в полезную энергию с помощью тепловых насосов. Такая технология позволяет использовать возобновляемый ресурс практически повсеместно, в отличие от высокопотенциальных гидротермальных ресурсов, которые ограничены определёнными геологическими районами.

Низкопотенциальное тепло Земли может использоваться для: отопления зданий и сооружений; горячего водоснабжения; кондиционирования (охлаждения) воздуха; обогрева дорожек в зимнее время года; предотвращения обледенения; подогрева полей на открытых стадионах и других целей.

Главным достоинством низкопотенциальных источников энергии является их стабильность и долговечность. Низкопотенциальные источники энергии могут обеспечить непрерывность поступления энергии. На этом и основан принцип действия теплового насоса.

Тепловой насос — техническое устройство, которое переносит тепловую энергию от низкопотенциального источника к теплоносителю с более высокой температурой. Принцип работы аналогичен «перевернутому холодильнику»:

Испаритель. Хладагент поглощает тепло от низкопотенциального источника (грунта, воды и т. д.) и переходит в газообразное состояние.

Компрессор. Сжимает газ, повышая его температуру.

Конденсатор. Горячий газ отдаёт тепло воде отопительной системы или другому теплоносителю.

Терморегулирующий клапан. Снижает давление жидкого хладагента, что вызывает его охлаждение до исходной температуры. Цикл повторяется.

Схематично тепловой насос представляется в виде системы из трёх замкнутых контуров:

в первом, внешнем, циркулирует теплоотдатчик (теплоноситель, собирающий теплоту окружающей среды);

во втором — хладагент (вещество, которое испаряется, отбирая теплоту теплоотдатчика, и конденсируется, отдавая теплоту теплоприёмнику);

в третьем — теплоприёмник (вода в системах отопления и горячего водоснабжения здания).

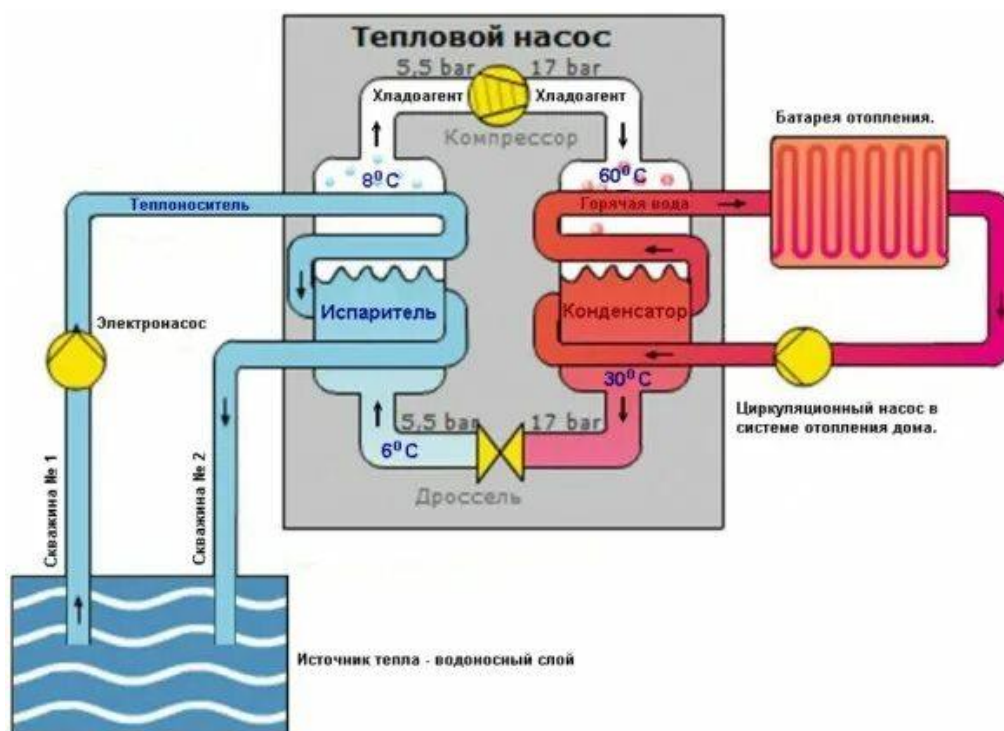


Рисунок 2 - Принципиальная схема работы теплового насоса, [1]

Тепловые насосы бывают нескольких видов.

Воздушные — получают тепло из воздуха. Например, «воздух-воздух» — наружный блок захватывает воздух, извлекает из него тепловую энергию и передаёт её внутренним блокам, которые нагревают воздух в помещениях. «Воздух-вода» — забирает тепло из уличного воздуха, но передаёт его не воздуху в комнатах, а воде в системе отопления и горячего водоснабжения.

Геотермальные — используют тепло земли, которое остаётся стабильным в течение всего года. Для этого под землёй размещают специальный контур: горизонтальный коллектор (требует большой площади участка) или вертикальные зонды (глубиной до 200 метров).

Водяные — используют тепло воды, например, из подземных источников, рек или озёр. Эти системы также требуют сложной установки и наличия водоёма поблизости.

Использование низкопотенциального тепла земли посредством теплового насоса, имеет свои преимущества: экологичность, так как технология не требует сжигания топлива, что снижает выбросы углекислого газа; возобновляемость, в связи с тем, что земля постоянно накапливает тепло, и этот процесс происходит независимо от погодных условий; универсальность, то есть возможность использования для отопления и охлаждения и экономия энергии по сравнению с традиционными системами отопления.

Однако, имеются и некоторые сложности в использовании и ограничения.

Главным недостатком на сегодня является цена. Система отопления на основе теплового насоса нуждается в сложных специализированных расчетах. При проектировании учитывается очень много факторов. Изыскательские, и проектировочные работы также потребуют и времени, и соответствующей оплаты специалистам. Следующее – монтаж оборудования и создание теплообменных полей или скважин.

Зависимость от почвенно-климатических условий. Эффективность использования тепла грунта определяется температурным режимом грунтового массива в годовом цикле.

Требования к грунту и грунтовым водам. Например, хороший химический состав вод (низкое железосодержание) для избежания отложений на стенках труб и коррозии.

Одним словом, существенные ограничения и внушительные затраты замедляют использование низкопотенциальной энергии с применением тепловых насосов.

Список источников

1. Стройдей [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://stroyday.ru/stroitelstvo-doma/pechi-i-sistemy-otopleniya/teplovye-nasosy-svoimi-rukami.html>
2. Ивлиева, Д. А. Энергосберегающие технологии в централизованном теплоснабжении на основе тепловых насосов / Д. А. Ивлиева, Т. В. Федюнина // Основы рационального природопользования : Материалы XI Национальной конференции с международным участием, Саратов, 16 октября 2025 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, 2025. – С. 348-356. – EDN WQDLXZ.
3. 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.

4. 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.

5. 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. EDN: YUBETK

6. 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. EDN: YRHGVR

7. 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. EDN: IUUTGI

© Бруева Ю.В., Федюнина Т.В., 2026

НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМ ОЧИСТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Андрей Валерьевич Бусарев¹,
Лилия Рахимзяновна Хисамеева²,
Рашит Ринатович Яппаров³

^{1,2,3}Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Казань, Россия

¹redner100@myrambler.ru

²khisameeva_liliya@mail.ru

³rashit152@mail.ru

Аннотация: в статье рассмотрены проблемы очистки и утилизации поверхностных сточных вод.

Ключевые слова: поверхностные сточные воды, очистка, модульные установки, технологическая схема, установка.

Для цитирования: Бусарев А.В., Хисамеева Л.Р., Яппаров Р.Р. Некоторые экологические аспекты проблем очистки и утилизации поверхностных сточных вод // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с. 30

Review article

SOME ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE PROBLEMS OF TRETMENT AND DISPOSAL OF SURFACE WASTEWATER

Andrey Valeryevich Busarev¹,
Lilia Rakhimzyanovna Hisameeva²,
Rashit Rinatovich Yapparov³

^{1,2,3}Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan, Russia

¹redner100@myrambler.ru

²khisameeva_liliya@mail.ru

³rashit152@mail.ru

Abstract: The article examines the problems of cleaning and disposal of surface wastewater.

Key words: surface wastewater, treatment, modular units, process flow diagram, installation.

For citation: Busarev A.V., Khisameeva L.R., Yapparov R.R. Some environmental aspects of problems of treatment and disposal of surface wastewater// Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilovsky University, 2026, p.30

Поверхностные сточные воды включают в свой состав атмосферные (ливневые и талые) дренажные, а также поливочные стоки [1].

Ранее поверхностные стоки считались «условно чистыми» и без очистки сбрасывались в водные объекты. На самом деле, атмосферные сточные воды сильно загрязнены твёрдыми взвешенными веществами, нефтепродуктами и органическими соединениями. Так, содержание взвеси в них находится в пределах 0,5 - 3 г/л, нефтепродуктов - 0,09 - 0,18 г/л, а БПК_п этих сточных вод достигает 0.02 - 0.04 г/л [1, 2].

В настоящее время все атмосферные стоки подвергаются тщательной очистки как при сбросе в водные объекты, так и при направлении их в систему водоотведения поверхностных сточных вод или в систему оборотного водообеспечения промышленных предприятий [1, 2].

При выборе сооружения очистки поверхностных сточных вод необходимо предусмотреть некоторые их особенности. Прежде всего, это высокая эффективность очистки данных стоков от имеющих в них загрязнений, особенно, если они отводятся в водные объекты (реки, озера, моря, водохранилища) или на рельеф местности. Кроме того, сооружения обработки поверхностных сточных вод работают крайне нерегулярно в течение относительно небольшого отрезка времени, что связано с естественной периодичностью выпадения атмосферных осадков.

Атмосферные стоки также характеризуются неравномерностью расходов, а также качественного состава, что негативно влияет на процесс проектирования, строительства и эксплуатации очистных сооружений. При этом сооружения очистки должны иметь круглогодичную работоспособность, так как в период межсезонья и зимних оттепелей формируется большое количество поверхностных сточных вод. Объёмы атмосферных сточных вод, нуждающихся в обработке в нашей стране, крайне велики, например, по бассейну р. Волга их расход достигает 18,9 млн. м³. Данные стоки несут более 22000 тонн твёрдой взвеси и 1200 тонн нефтепродуктов [3].

Сооружения очистки поверхностных стоков должны иметь несколько последовательных технологических схем:

- накопление и усреднение расходов сточных вод и их качественного состава, а также предварительные отделения наиболее крупных частиц взвеси, путём отстаивания поверхностных стоков в статических условиях.

- очистка от грубодисперсных минеральных примесей в песколовках различных конструкций;

- отделение от сточных вод мелкодисперсных взвешенных веществ и крупных капель нефтепродуктов с использованием отстойников (горизонтальных, вертикальных, тонкослойных);

- использование флотации и фильтрования через зернистую загрузку для отделения от атмосферных стоков нефтепродуктов, обычно с предварительной обработкой этих сточных вод водными растворами коагулянтов и флокулянтов;

- доочистка поверхностных стоков от эмульгированных и растворенных нефтепродуктов, а также органических загрязнений методов сорбции и ультрафильтрации.

Часто, при сбросе очищенных атмосферных стоков в водоёмы, на рельеф местности или при их повторном использовании необходимо обеззараживание.

В технологических схемах очистки поверхностного стока на сооружениях любой производительности необходимо предусматривать технические решения по организации удаления осадков и всплывающих веществ [4]. В качестве утилизации осадков обычно используется захоронение на полигонах твёрдых бытовых отходов.

В последнее время, получили широкое распространение самотёчные проточные модульные системы очистки поверхностных сточных вод. Главным достоинством подобных систем, по мнению их изготовителей, является относительная дешевизна и простота эксплуатации. Подобные сооружения обычно размещаются под землёй, то есть для их размещения не нужно значительных площадей. Как правило, также очистные сооружения не требуют наличия отапливаемых помещений, а при их работе не расходуется дорогие химические реагенты.

Модульные сооружения очистки поверхностных стоков изготавливаются в виде цилиндрических и прямоугольных ёмкостей, корпус которых сделан из полимерных материалов или, реже, из стали. Согласно паспортным данным, данные очистных сооружения обычно имеют сертификаты качества Российской Федерации, однако их работоспособность никакими технологическими расчётами не подтверждаются.

В разных типах модульных очистных сооружений очистки атмосферных стоков включают в свой состав самотёчные отстойники различных типов, обычно с полочным блоком, а также узел очистки этих сточных вод от нефтепродуктов [5,6]. Концентрация нефтепродуктов в очищенных атмосферных сточных водах, согласно данным изготовителей, не превышает 0,3 - 2 мг/л, а взвешенным веществам - 5 - 20 мг/л. Некоторые модульные установки обработки поверхностных стоков имеют дополнительные фильтры с загрузкой из нетканых материалов, мелкодисперсного активированного угля, которые, якобы, снижают содержание нефтепродуктов до 0,05 мг/л, а взвеси - до 3 мг/л [5,6].

Технологические узлы модульных очистных сооружений располагаются в одной ёмкости или в отдельных подземных резервуарах. Подобные модульные установки очистки обладают следующими недостатками [5,6]:

а) отсутствуют рабочие чертежи и технологические расчеты, подтверждающие работоспособность;

б) работа узла очистки сточных вод от нефтепродуктов значительно ухудшается из-за наличия в атмосферных стоках мелкодисперсной взвеси;

в) объёмы очистных сооружений значительно занижены по сравнению с расчётными параметрами;

г) из-за отсутствия регулярной промывки фильтрующих элементов рост потерь напора в их загрузке через определённое время сделают модульную установку полностью неработоспособной;

д) незначительный ресурс работоспособности модульных установок, особенно при превышении средней интенсивности осадков.

Таким образом, использование самотёчных проточных модульных установок очистки поверхностных стоков в целом нецелесообразно.

Выбор технологической схемы очистки сточных вод следует определять технико-экономическими расчетами, исходя из требований к степени очистки, принятого типа сооружений, опыта эксплуатации аналогичных станций (установок), местных условий, поставки расходных материалов (загрузка фильтров, реагенты и т.д.), энерго- и теплоснабжения, уровня автоматизации работы оборудования, простоты обслуживания [4].

В Казанском государственном архитектурно-строительном университете в течение ряда лет ведутся опытно - конструктивные работы по созданию стационарной установки очистки атмосферных сточных вод. Блок - схема таких очистных сооружений представлена на рис.1. В неё входят блок механической очистки 1, блок доочистки 2, а также блок глубокой очистки сточных вод от нефтепродуктов 3.

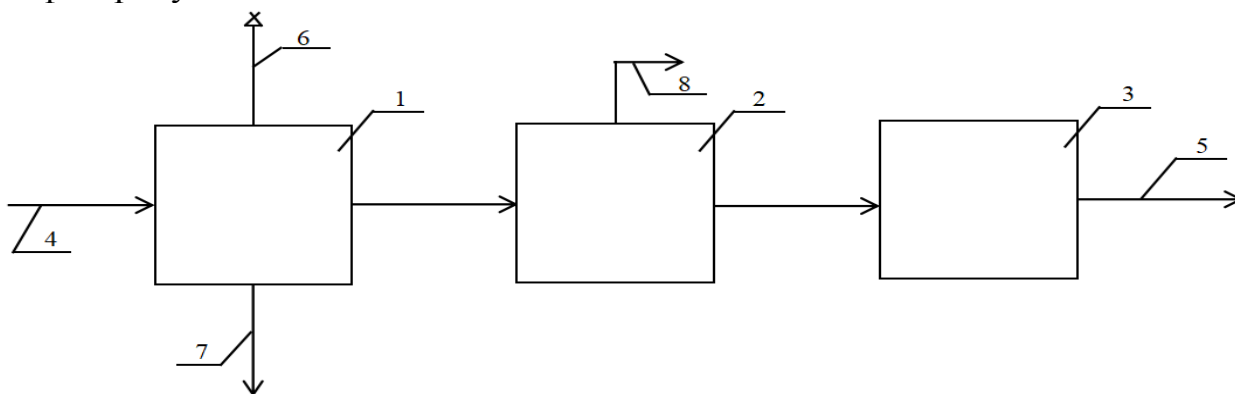


Рисунок 1 - Блок - схема установки обработки атмосферных сточных вод

Поверхностные стоки на очистку поступает в установку по линии 4. Очищенные сточные воды отводятся по линии 5. Из блока 1 по линии 6 отводятся уловленные нефтепродукты, а по линии 7 - накопленный осадок.

В блоке 1 происходит отделение взвешенных веществ в горизонтальных или вертикальных отстойниках, оборудованных тонкослойными блоками [6,7]. Отстойники могут работать как в напорном, так и в самотечном режиме.

Также в состав блока 1 может входит агрегат типа блок гидроциклон - отстойник (БГО), который включает гидроциклонную установку из отдельных

напорных цилиндроконических гидроциклонов конструкции КГАСУ и напорного отстойника, оборудованного полочным блоком [2, 3]. При этом нижний слив гидроциклонов (стоки сильно загрязненные взвесью) под избыточным давлением отводятся в песковые бункера или на песковые площадки. Верхний слив гидроциклонов (очищенная в этих аппаратах вода) под избыточным давлением поступает в напорной тонкослойный отстойник.

В КГАСУ велись работы по исследованию процессов очистки поверхностных сточных вод от взвеси в напорных гидроциклонах [2,10]. Эффективность очистки атмосферных вод под взвешенным веществом в напорных цилиндроконических гидроциклонах достигает 55 - 65%. Для обработки этих сточных вод рекомендуется использовать напорный гидроциклон диаметром 80 мм. Перепад между давлением на входе в этот аппарат и на его сливах должно быть не менее 0,2 МПа [2, 10]. Доочистка поверхностных сточных вод от взвеси и нефтепродуктов осуществляется в фильтровальной станции, в состав которой входят скорые напорные двухслойные фильтры с зернистой загрузкой или свехскорые фильтры, загруженные кварцевым песком [2, 8, 11]. Промывка загрузки скорых или свехскорых фильтров проводится фильтратом. Загрязненная промывная вода отводится по линии 8 под остаточным напором.

Для регенерации загрузки свехскоростных фильтров в фильтровальную станцию необходимо подавать сжатый воздух [11].

Блок 3 включает либо мембранный разделитель, либо адсорбционные напорные фильтры с загрузкой из активированного угля.

Данная установка позволяет снизить содержание взвеси в поверхностных стоках до 5 -10 мг/л, нефтепродуктов - до 0,3-0,5 мг/л, а БПК_п очищенной сточной воды не превышает 3-5 мг/л.

Для доочистки атмосферных сточных вод от взвешенных веществ, нефтепродуктов и органических примесей можно использовать гидроциклонно - фильтровальную установку (ГФУ), разработанную в КГАСУ. В этой установке в напорные скорые фильтры с двухслойной зернистой загрузкой направляется верхний слив с гидроциклонов конструкции КГАСУ. Нижний слив этих аппаратов под избыточным давлением направляется “в голову” очистных сооружений.

В КГАСУ также имеется опыт очистки сточных вод от взвешенных веществ в гидроциклонно - фильтровальной станции (ГФС). В данном случае вместо скорых напорных фильтров применяются свехскорые фильтры, которые загружены кварцевым песком.

В том случае если для очистки атмосферных стоков используются ГФУ или ГФС, то полочные отстойники, где эти сточные воды очищаются перед подачей в данные агрегаты, работают в самотечном режиме.

Список источников

1. Алексеев М.И. Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий / М. И. Алексеев, А. М. Курганов. - СПб: АСВ, 2000.-352 с.
2. Исследование процессов очистки поверхностных стоков / А. Б. Адельшин [и др]. - Вода: химия и экология - 2014. - №8 - с. 113 -117.
3. Кичев Д.С. К вопросу экологического состояния ливневых сточных вод на урбанизированных территории / Д. С. Кичев, А. А. Матвеева, М. Д. Кичев - Природные системы и ресурсы - 2020: Т. 10. - №24. - С. 5-11.
4. Чичкова, К. А. Проектирование очистных сооружений ливневой канализации без обработки осадка / К. А. Чичкова, Л. Р. Хисамеева // 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. 195-204.
5. Пономарев В. Г. Разработка и реализация проектов очистных сооружений сточных вод - Водоснабжения и санитарная техника. - 2013. - №7 - с. 63-68.
6. Эффективность очистных сооружений ливневого стока проточного типа/ Ивкин П. А [и др] - Водоснабжение и санитарная техника. - 2012 - №1. - с. 52-58.
7. Завьялов С. Н. Майка автомобилей. Технология и оборудование. - М.: Транспорт, 1994. - 176 с.
8. Ласков Ю. М. Примеры расчётов канализационных сооружений / Ю. М. Ласков, Ю. В. Варенов, В. И. Калицун. - М.:Альянс, 2008 - 255 с.
9. Бусарев А. В. К вопросу очистки поверхностных стоков в гидроциклонах / А. В. Бусарев, А. С. Селюгин, Ф.Ф. Каюмов. - Современные национальные технологии, - 2016. - №10. - с. 229 - 232.
10. Адельшин А.Б. Автоматизация установок скоростных методов очистки вод/ А.Б. Адельшин, А. А Барлев. - Казань: КИСИ, 1993. - 86 с.
11. Очистка производственных сточных вод предприятий железобетонных изделий в гидроциклонно-фильтровальной станции / А. В. Бусарев, Л. Р. Хисамеева, Е. С. Кручинина [и др.] // Вестник Технологического университета. – 2025. – Т. 28, № 5. – С. 39-44.

© Бусарев А.В., Хисамеева Л.Р., Яппаров Р.Р., 2026

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ ДОЖДЕВЫХ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАПОРНЫХ ГИДРОЦИКЛОНОВ

Андрей Валерьевич Бусарев¹,
Ирина Геннадьевна Шешегова²,
Максим Николаевич Петров³

^{1,2,3}Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г.Казань, Россия

¹reder100@myrambler.ru

²ig-7@mail.ru

³max.max-pet@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена вопросам очистки дождевых сточных вод. Представлены схема опытной установки для изучения процессов очистки дождевых сточных вод в напорных гидроциклонах конструкции КГАСУ и результаты исследований.

Ключевые слова: дождевые сточные воды, очистка дождевых сточных вод, очистка стоков от взвеси, очистка стоков от нефтепродуктов, опытная установка, напорный гидроциклон.

Для цитирования: Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Петров М.Н. Изучение процессов очистки дождевых сточных вод с использованием напорных гидроциклонов // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.36

Original article

STUDYING RAINWATER TREATMENT PROCESSES USING PRESSURE HYDROCYCLONES

Andrey Valeryevich Busarev¹,
Irina Gennadyevna Sheshegova²,
Maxim Nikolaevich Petrov³

^{1,2,3}Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russia

¹reder100@myrambler.ru

²ig-7@mail.ru

³max.max-pet@yandex.ru

Annotation. This article focuses on stormwater treatment. A schematic of a pilot plant for rainwater treatment processes in pressure hydrocyclones designed by KSUACE and the research results are presented.

Keywords: rainwater runoff, rainwater treatment, wastewater treatment from suspended solids, wastewater treatment from petroleum products. Pilot plant, pressure hydrocyclone.

For citation: Busarev A.V., Sheshegova I.G., Petrov M.N. Studying rainwater treatment processes using pressure hydrocyclones // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: Proceedings of the XVI National Conference with international participation – Saratov: Vavilov University, 2026, p.36

Дождевые сточные воды с территорий населенных пунктов и промышленных предприятий загрязнены взвешенными веществами, органическими загрязнениями и нефтепродуктами. Концентрация этих загрязнений может составлять: по нефтепродуктам 100-200 мг/л, взвешенным веществам – 1000-2000 мг/л, БПК_п – 15-30 мг/л [1,2].

Очистка данных стоков может осуществляться различными методами (механическими, физико-химическими и биологическими) [3].

В Казанском государственном архитектурно-строительном университете (КГАСУ) на кафедре Водоснабжение и водоотведения накоплен большой опыт по очистки дождевых сточных вод. [1,2,4-6].

Для изучения процессов очистки дождевых сточных вод в напорных гидроциклонах конструкции КГАСУ была создана опытная установка, схема которой представлена на рис.1 [7].

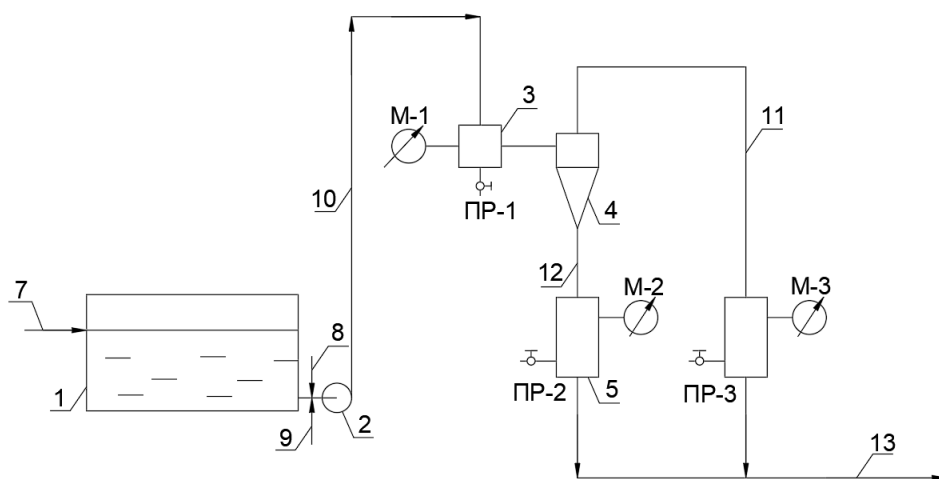


Рисунок 1 - Опытная установка:

1 – резервуар; 2 – насос; 3 – емкость для рандомизации потока воды; 4 – напорный гидроциклон; 5 и 6 – резервуары для создания противодавления на сливах; 7 – подача водопроводной воды; 8 – подача суспензии; 9 – подача нефтепродуктов; 10 – подача воды в гидроциклон; 11 – отвод воды с верхнего слива гидроциклона; 12 – отвод воды с нижнего слива гидроциклона; 12 – сброс в канализацию; М-1, М-2 и М-3 – манометры измеряющие давление на входе, на нижнем и на верхнем сливе гидроциклона соответственно; ПР-1, ПР-2 и ПР-3 – пробоотборники для отбора проб воды поступающей на очистку и очищенной воды.

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 табл.1 представлены геометрические параметры примененных в ходе экспериментов напорных гидроциклонов.

Таблица 1

Тип аппарата	Диаметр				Угол конусности, град	Высота цилиндрической части, мм	Общая высота, мм
	гидроциклона	патрубка					
		входного	верхнего слива	нижнего слива			
GC-40	40	15	10	5	5	40	565
GC-80	80	20	20	10	5	80	745
GC-100	100	20	20	10	5	100	1120

Опыты на экспериментальной установке проводились так. Резервуар 1 наполняется водопроводной водой. Выключается насос 2, во всасывающий трубопровод которого подавались нефтепродукты и суспензия. Устанавливается давление на входе в гидроциклон и противодавление на его сливах по показаниям манометров М-1, М-2 и М-3. Через 15 минут после включения насоса, когда поток воды на входе в гидроциклон стабилизируется из пробоотборников ПР-1, ПР-2 и ПР-3 одновременно отбираются пробы сточной воды.

Концентрация взвешенных веществ в сточной воде определяются весовым методом [8].

Содержание нефтепродуктов в стоках осуществлялось фотокалориметрическим способом [1,2]

Температура измеряется термометром с ценой деления 0,1° С.

Эффект очистки дождевых стоков от взвеси $\mathcal{E}_{в.в.}, \%$ составляет [8]

$$\mathcal{E}_{в.в.} = \frac{C_{исх.}^{в.в.} - C_{в.сл.}^{в.в.}}{C_{исх.}^{в.в.}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $C_{исх.}^{в.в.}$ – содержание взвеси в стоках, поступающих на очистку мг/л;

$C_{в.сл.}^{в.в.}$ – концентрация взвешенных веществ в стоках с верхнего слива гидроциклонов, мг/л.

Эффект очистки ливневых сточных вод от нефтепродуктов $\mathcal{E}_н, \%$ составляет [9]

$$\mathcal{E}_н = \frac{C_{исх.}^н - C_{н.сл.}^н}{C_{исх.}^н} \cdot 100, \quad (2)$$

где $C_{исх.}^н$ – концентрация нефтепродуктов в сточной воде, поступающей на очистку, мг/л;

$C_{н.сл.}^н$ – содержание нефтепродуктов в сточной воде с нижнего слива гидроциклонов, мг/л.

Результаты опытов представлены в табл.2.

Таблица 2 Результаты опытов

Тип аппарата	Температура стоков, °С	Давление, МПа		Содержание взвеси, мг/л	
		на входе в гидроциклон	на сливах	исходной воде	на верхнем сливе
1	2	3	4	5	6
GC-40	18,9	0,3	0,1	1378	579
	19,1	0,4	0,1	1411	494
		0,4	0,2	1402	547
	19,0	0,5	0,1	1383	415
		0,5	0,2	1394	460
		0,5	0,3	1420	497
	18,8	0,6	0,1	1385	457
		0,6	0,2	1371	480
		0,6	0,3	1399	531
		0,6	0,4	1367	560
GC-80	18,6	0,3	0,1	1375	619
	18,7	0,4	0,1	1389	583
		0,4	0,2	1397	657
	19,2	0,5	0,1	1418	468
		0,5	0,2	1423	512
		0,5	0,3	1406	575
	18,7	0,6	0,1	1394	447
		0,6	0,2	1403	478
		0,6	0,3	1421	512
		0,6	0,4	1368	534
GC-100	18,1	0,3	0,1	1372	700
	18,4	0,4	0,1	1388	610
		0,4	0,2	1393	752
	18,3	0,5	0,1	1409	606
		0,5	0,2	1425	656
		0,5	0,3	1414	693
	18,5	0,6	0,1	1387	444
		0,6	0,2	1406	505
		0,6	0,3	1424	555
		0,6	0,4	1382	567

Тип аппарата	$\Sigma_{\text{в.в.}}$, мг/л	Содержание нефтепродуктов		$\Sigma_{\text{н}}$, мг/л
		в исходной воде	на нижнем сливе	
1	7	8	9	10
GC-40	58	110	52	53
	65	113	44	61
	61	107	45	58
	70	125	41	67
	67	128	46	64
	65	120	50	58
	67	108	35	67

	65	116	44	59
	62	122	52	55
	59	111	60	51
GC-80	55	111	60	46
	58	106	49	54
	53	109	56	49
	67	117	46	61
	64	123	52	58
	59	115	54	53
	68	121	55	55
	66	127	62	51
	64	119	62	48
	61	114	61	46
GC-100	49	117	68	42
	56	119	58	51
	46	126	69	45
	57	108	50	54
	54	99	52	47
	51	113	64	43
	68	124	55	56
	64	112	54	52
	61	103	53	49
	59	127	70	45

Полученные данные позволяют сделать выводы:

а) концентрация взвеси в исходной воде достигает 1367-1425 мг/л, а в очищенной воде – 415-752 мг/л;

б) содержание нефтепродуктов в исходной воде не превышает 99-128 мг/л, а в очищенной воде 35-70 мг/л;

в) температура ливневых стоков составляет +18,1...+19,2 С°;

г) эффективность очистки дождевых сточных вод от взвешенных веществ для гидроциклона GC-40 составляет 58-70%, для гидроциклона GC-80 53-67%, а для гидроциклона GC-100 46-68%;

д) эффективность обработки ливневых стоков от нефтепродуктов для гидроциклона GC-40 достигает 51-67 %, для гидроциклона GC-80 – 49-62%, а для гидроциклона GC-100 – 42-56%;

е) рост диаметра гидроциклона уменьшает эффективность очистки ливневых стоков;

ж) рост диаметра гидроциклона уменьшает эффективность очистки ливневых стоков.

д) увеличение давления на входе в гидроциклонные аппараты увеличивает эффект обработки дождевых стоков;

з) рост противодавления на сливах снижает эффективность очистки ливневых сточных вод.

Очистка дождевых сточных вод в напорных гидроциклонах конструкции КГАСУ достаточно эффективна и может быть рекомендовано к внедрению в

производство. Использовать в этих целях рекомендуется гидроциклон GC-80, который очищает ливневые стоки достаточно эффективно и имеет неплохую производительность.

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. 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. 428-433.
8. Лурье Ю.Ю., Рыбникова А.И. Химический анализ производственных сточных вод. Изд. 4-е, перераб. и доп., «Химия». М.: Химия, 1974. 336 с.
9. Ласков Ю.М., Воронов Ю.В., Калицун В.И. Примеры расчетов канализационных сооружений. М.: Альянс, 2008. 255 с.

© Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Петров М.Н., 2026

ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗГОЛЬДЕРА В АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЕ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Алексей Юрьевич Выборнов¹

Татьяна Васильевна Федюнина²

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

¹ak.kbm@yandex.ru

²t.fediunina2010@yandex.ru

Аннотация. В статье анализируются вопросы применения наземных или подземных резервуаров со сжиженным углеводородным газом (газгольдеров) в условиях отсутствия магистрального газоснабжения.

Ключевые слова: газообеспечение, газгольдер, автономная система газоснабжения

Для цитирования: Выборнов А.Ю., Федюнина Т.В. Применение газгольдера в автономной системе газоснабжения // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С.42

Review article

APPLICATION OF A GAS GULF IN AN AUTONOMOUS GAS SUPPLY SYSTEM

Alexey Yuryevich Vybornov¹

Tatiana Vasilyevna Fedyunina²

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

¹ak.kbm@yandex.ru

²t.fediunina2010@yandex.ru

Abstract. The article analyzes the use of above-ground or underground tanks with liquefied hydrocarbon gas (gas holders) in the absence of a main gas supply system.

Keywords: gas supply, gas holder, autonomous gas supply system

For citation: Vybornov A.Yu., Fedyunina T.V. Application of a Gas Holder in an Autonomous Gas Supply System // Modern Problems and Prospects of Construction, Heat and Gas Supply, and Energy Supply: Proceedings of the 16th

Организация газоснабжения населенных пунктов представляет собой сложную инженерно-техническую задачу, решение которой требует тщательного анализа различных факторов. В современной практике применяются несколько принципиально различных подходов к газоснабжению поселков, каждый из которых обладает специфическими особенностями.

Централизованное магистральное газоснабжение остается приоритетным вариантом для населенных пунктов, расположенных в непосредственной близости от газотранспортной инфраструктуры. Данная система характеризуется подключением к единой системе газоснабжения через распределительные пункты и сети газопроводов. Ключевыми преимуществами являются стабильность поставок и относительно низкая стоимость для конечных потребителей. Однако существенными ограничениями выступают высокая капиталоемкость подключения, значительные сроки реализации проектов и территориальная ограниченность - для удаленных или малонаселенных районов данный вариант часто оказывается экономически нецелесообразным.

Автономная газификация домов с использованием наземных или подземных резервуаров со сжиженным углеводородным газом (газгольдеров) представляет собой оптимальное решение в условиях отсутствия магистрального газоснабжения. Данная технология обеспечивает полную энергетическую независимость объектов и позволяет создать надежную систему газоснабжения, сопоставимую по уровню комфорта с централизованными сетями.

Кроме того, автономная газификация может применяться в качестве резервного или дополнительного источника газообеспечения в местностях, где централизованное газоснабжение характеризуется частыми перебоями или его мощности оказываются недостаточными при растущем потреблении топлива. Особую актуальность это решение приобретает в условиях активной застройки и расширения существующих поселков, когда существующие газовые сети не справляются с возрастающей нагрузкой.

Преимущества автономной системы газоснабжения включают:

- стабильность давления в газопроводе независимо от внешних факторов
- возможность точного контроля расхода топлива
- экологическую безопасность по сравнению с другими видами топлива
- минимальные эксплуатационные расходы после установки оборудования
- долговечность системы (срок службы качественного газгольдера достигает 30-50 лет)

Особое значение имеет возможность выбора между наземной и подземной установкой резервуаров, что позволяет оптимально адаптировать систему к конкретным условиям участка, учитывая особенности ландшафта, уровень грунтовых вод и эстетические предпочтения. Подземный монтаж сохраняет полезную площадь участка и обеспечивает стабильность температурного режима, в то время как наземная установка упрощает обслуживание и снижает первоначальные затраты на монтаж.

Схема системы автономной газификации посёлка включает несколько компонентов: газгольдер, газопровод, редуктор и систему защиты. Эти элементы обеспечивают подачу сжиженного газа (пропан-бутана) в дома, не зависящие от централизованных сетей.

Газгольдер (рис.1) — герметичный металлический резервуар для хранения сжиженного газа.

- Устанавливается на участке (под землёй или над землёй).
- Объём резервуара выбирают в зависимости от площади дома, количества жильцов и количества подключённого оборудования.
- Для постоянного проживания лучше установить подземный газгольдер, так как он защищён от перепадов температуры. Если дом используется сезонно, подойдёт наземная установка — она проще в монтаже и дешевле.



Рисунок 1- Общий вид газгольдера

Подземный газопровод прокладывается ниже уровня промерзания, заканчивается на фасаде здания цокольным вводом с запорным краном. Некоторые особенности:

- Труба газопровода укладывается в траншее на песчаную подушку, должна иметь определённый уклон по всей трассе от газгольдера до наружного ввода в здание.

- В самой нижней точке системы газоснабжения устанавливается устройство для сбора конденсата, которое обеспечивает безаварийную эксплуатацию газопровода и окончечных газовых приборов.

Испаритель сжиженного газа — ключевой элемент автономных систем газоснабжения, выполняющий преобразование сжиженного углеводородного газа (СУГ) из жидкой фазы в газообразную для подачи к газовым приборам. Это оборудование обеспечивает стабильность параметров газоподачи, работая по принципу теплообмена, и отличается высокой энергоэффективностью, всесезонной надежностью и автоматизацией контроля. Испарители комплектуются системами защиты, гарантирующими безопасную эксплуатацию, и играют решающую роль в оптимизации расхода топлива и бесперебойной работе всей системы газоснабжения.



Рисунок 2- Испарительная установка для газгольдера

Редуктор стабилизирует давление газа, поступающего от резервуара к оборудованию.

- Используются двухступенчатые редукторы, которые снижают давление постепенно в два этапа.

- Каждый редуктор снабжён предохранительным сбросным клапаном, который выводит избыточный объём газа при опасном повышении давления.

В системе автономной газификации предусмотрена защита от утечек:

- В помещениях с точками подключения газа устанавливаются датчики загазованности и отсечные клапаны. Датчик следит за концентрацией паровой фазы в воздухе и в случае превышения допустимых значений подаёт звуковой и световой сигнал, а на отсечной клапан поступает команда мгновенного отключения газа.

- Для исключения риска коррозии металла в газгольдерах используется анодно-катодная (электрохимическая) защита. К резервуару проводом подсоединяется протектор из более активного металла, который

«принимает на себя удар» коррозии и окисляется, в то время как газгольдер остаётся невредимым.

Экономическая эффективность автономной газификации проявляется как на этапе проектирования и строительства, так и в процессе длительной эксплуатации, делая данное решение особенно востребованным для современных коттеджных поселков и садовых товариществ.

Список источников

1. Газгольдер с испарительной установкой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://avto.god-tigra.ru/gazgolder-s-isparitelnoy-ustanovkoy>
2. Мосолов, М. А. К вопросу газификации поселка или частного дома / М. А. Мосолов, Т. В. Федюнина // Основы рационального природопользования : Материалы XI Национальной конференции с международным участием, Саратов, 16 октября 2025 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, 2025. – С. 374-378. – EDN XWETWS.
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.

© Выборнов А.Ю., Федюнина Т.В., 2026

Научная статья

УДК 621.311.1:628.1:697.34

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ВОДО- И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Мерейбек Оразбаевич Даулетов

Высший аграрно-технический колледж, Уральск, Казахстан

mereibek93@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются современные подходы к повышению энергоэффективности систем водо- и теплоснабжения. Проанализированы основные причины энергетических потерь, а также представлены пути их снижения за счет внедрения энергосберегающих технологий, автоматизации и модернизации оборудования. Особое внимание уделено вопросам оптимизации режимов работы систем, снижению эксплуатационных затрат и повышению надежности энергоснабжения объектов. Рассмотренные решения позволяют существенно сократить

энергопотребление и повысить эффективность функционирования инженерных систем.

Ключевые слова: энергоэффективность, водоснабжение, теплоснабжение, энергосбережение, автоматизация, инженерные системы, модернизация, электрическая энергия, насосное оборудование.

Для цитирования: Даулетов М.О. Повышение энергоэффективности систем водо- и теплоснабжения // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С.46

Original article

IMPROVING ENERGY EFFICIENCY OF WATER SUPPLY AND HEAT SUPPLY SYSTEMS

Mereibek Orazbayevich Dauletov

Higher Agrarian and Technical College, Uralsk, Kazakhstan

mereibek93@mail.ru

Abstract. The article examines modern approaches to improving the energy efficiency of water supply and heat supply systems. The main causes of energy losses are analyzed, and ways to reduce them through the introduction of energy-saving technologies, automation, and equipment modernization are presented. Special attention is paid to optimizing system operating modes, reducing operational costs, and improving the reliability of energy supply facilities. The considered solutions make it possible to significantly reduce energy consumption and increase the efficiency of engineering systems.

Keywords: energy efficiency, water supply, heat supply, energy saving, automation, engineering systems, modernization, electrical energy, pumping equipment.

For citation: Dauletov M.O. Improving energy efficiency of water supply and heat supply systems // Modern Problems and Prospects of Construction, Heat and Gas Supply, and Energy Supply: Proceedings of the 16th National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026. P.46

Современные системы водо- и теплоснабжения являются важнейшими элементами инфраструктуры как промышленных, так и гражданских объектов. Их эффективное функционирование напрямую влияет на уровень энергопотребления, эксплуатационные затраты и экологическую безопасность. В условиях роста стоимости энергоресурсов и необходимости рационального использования энергии особую актуальность приобретает повышение энергоэффективности данных систем.

Энергоэффективность систем водо- и теплоснабжения определяется степенью рационального использования энергетических ресурсов при обеспечении заданных параметров работы. Однако в большинстве существующих систем наблюдаются значительные потери энергии, вызванные износом оборудования, несовершенством технологических процессов и отсутствием автоматизированного управления. Как отмечается в исследованиях, доля потерь может достигать значительных значений, что существенно снижает общую эффективность систем [1, с. 45].

Одной из ключевых причин неэффективности является использование устаревшего оборудования, обладающего низким коэффициентом полезного действия. В частности, насосные установки и тепловые агрегаты, эксплуатируемые длительное время, не соответствуют современным требованиям энергосбережения. В связи с этим модернизация оборудования рассматривается как один из приоритетных направлений повышения энергоэффективности. Применение современных насосов с частотным регулированием позволяет значительно снизить потребление электрической энергии за счет адаптации режимов работы к текущим нагрузкам [2, с. 63].

Существенную роль в повышении эффективности играет автоматизация процессов управления. Внедрение интеллектуальных систем управления позволяет осуществлять непрерывный мониторинг параметров работы, оперативно выявлять отклонения и оптимизировать режимы функционирования оборудования. Автоматизированные системы способствуют снижению человеческого фактора и повышению точности управления технологическими процессами [3, с. 28].

В системах теплоснабжения значительные потери энергии возникают при транспортировке теплоносителя. Недостаточная теплоизоляция трубопроводов, утечки и гидравлические дисбалансы приводят к снижению эффективности передачи тепловой энергии. В этой связи важным направлением является модернизация тепловых сетей, включая замену изношенных труб и применение современных изоляционных материалов. Как подчеркивается в научной литературе, снижение тепловых потерь может достигать значительных показателей при комплексном подходе к реконструкции сетей [4, с. 91].

Кроме того, важным аспектом является оптимизация режимов работы систем водоснабжения. Нерациональное распределение нагрузок, избыточное давление в сетях и несогласованность работы оборудования приводят к увеличению энергозатрат. Использование математических моделей и методов оптимизации позволяет повысить эффективность эксплуатации систем за счет выбора оптимальных режимов работы [5, с. 74].

В последние годы особое внимание уделяется внедрению энергосберегающих технологий и возобновляемых источников энергии. Использование тепловых насосов, солнечных коллекторов и других альтернативных решений позволяет снизить зависимость от традиционных энергоресурсов и повысить устойчивость систем энергоснабжения. Данные

технологии особенно актуальны для удаленных и автономных объектов [6, с. 52].

Не менее важным фактором является учет и контроль потребления энергоресурсов. Внедрение современных систем учета позволяет получать достоверные данные о расходе энергии и выявлять неэффективные участки. Это создает основу для принятия обоснованных управленческих решений и разработки мероприятий по энергосбережению [7, с. 39].

Следует отметить, что повышение энергоэффективности невозможно без комплексного подхода, включающего технические, организационные и экономические меры. Важную роль играет также повышение квалификации персонала и внедрение современных методов управления. Как указывается в научных исследованиях, только системный подход позволяет достичь значительного снижения энергопотребления и повышения надежности функционирования инженерных систем [8, с. 67].

Таким образом, повышение энергоэффективности систем водо- и теплоснабжения является актуальной задачей, решение которой требует внедрения современных технологий, модернизации оборудования и совершенствования методов управления. Реализация данных мероприятий способствует снижению затрат на энергоресурсы, повышению надежности систем и улучшению экологических показателей.

Список источников

1. Иванов И.И. Энергосбережение в системах водоснабжения. – М.: Энергоатомиздат, 2020. – 120 с.
2. Петров П.П. Насосные установки и их энергоэффективность. – СПб.: Питер, 2019. – 150 с.
3. Сидоров А.А. Автоматизация инженерных систем. – М.: Инфра-М, 2021. – 200 с.
4. Кузнецов В.В. Теплоснабжение и тепловые сети. – М.: Стройиздат, 2018. – 180 с.
5. Орлов Н.Н. Оптимизация систем водоснабжения. – Казань: КГЭУ, 2020. – 140 с.
6. Захаров Е.В. Возобновляемые источники энергии в теплоснабжении. – М.: Энергия, 2022. – 160 с.
7. Федоров Л.С. Учет и контроль энергоресурсов. – М.: Высшая школа, 2019. – 130 с.
8. Смирнов Д.А. Энергоэффективность в промышленности. – М.: Наука, 2021. – 170 с.

© Даулетов М.О., 2026

К ВОПРОСУ ОЧИСТКИ ШАХТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД

**Альберт Рамилевич Зайнуллин¹,
Андрей Валерьевич Бусарев²,
Ирина Геннадьевна Шешегова³**

^{1,2,3}Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г.Казань, Россия

¹albert_zainullin02@mail.ru

²reder100@myrambler.ru

³ig-7@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена вопросам очистки шахтных сточных вод, которые образуются в результате добычи полезных ископаемых. Данные сточные воды загрязнены взвешенными веществами. В статье приведены способы очистки шахтных стоков – отстаивание, фильтрование, воздействие центробежного поля. Интенсификация этих процессов возможна за счет применения реагентов. В статье представлена технологическая схема установки очистки шахтных вод позволяющая снизить содержание взвешенных веществ с 0,5-0,6 г/л до 0,005 г/л. Для проведения исследований по очистке шахтных стоков была разработана опытная установка.

Ключевые слова: шахтные сточные воды, очистка шахтных вод, экспериментальная установка, гидроциклон, автоматизированная сверхскоростная фильтровальная станция.

Для цитирования: Зайнуллин А.Р., Бусарев А.В., Шешегова И.Г. К вопросу очистки шахтных сточных вод // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.50

Original article

ON THE QUESTION OF MINE WASTEWATER TREATMENT

**Albert Ramilevich Zainullin¹,
Andrey Valeryevich Busarev²,
Irina Gennadyevna Sheshegova³.**

¹albert_zainullin02@mail.ru

²reder100@myrambler.ru

³ig-7@mail.ru

Annotation. This article focuses on the treatment of mine wastewater generated during mineral extraction. This wastewater is contaminated with suspended solids. The article presents methods for treating mine wastewater, including settling, filtration, and centrifugal field treatment. These processes can be enhanced by using reagents. The article presents a flow chart for a mine water treatment plant capable of reducing suspended solids from 0.5-0.6 g/L to 0.005 g/L. A pilot plant was developed to conduct research on mine wastewater treatment.

Keywords: Mine wastewater, mine water treatment, experimental setup, hydrocyclone, automated high-speed filtration station.

For citation: Zainullin A.R., Busarev A.V., Sheshegova I.G., On the issue of mine wastewater treatment // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.50

В процессе разработки и эксплуатации шахт для добычи подземным способом полезных ископаемых происходит просачивание воды в подземные горизонты. Это ведет к образованию шахтных стоков [1].

Шахтные стоки загрязнены главным образом твердыми взвешенными веществами, а также некоторыми другими веществами, которые должны быть удалены из шахтных стоков перед их утилизацией (сбросом в водные источники [1,2]. Качество шахтных сточных вод зависит от того, какие полезные ископаемые добываются в шахте, от геологии и гидрогеологии подземных горизонтов [3].

Объем шахтных сточных вод зависит от гидрогеологических условий, которые присутствуют в рудниках [1,3].

Механическая очистка шахтных стоков от взвешенных веществ осуществляется в полочных отстойниках, прудах-отстойниках, осветлителях со взвешенным слоем, скорых и сверхскорых фильтрах с зернистой загрузкой, каркасно-засыпных фильтрах, в напорных гидроциклонах или центрифугах [1,4-7].

В полочных отстойниках вертикальных и горизонтальных, работающих в напорном или самотечном режимах содержание взвешенных веществ в шахтных водах снижается с 0,1-0,2 г/л до 0,01 г/л [1,4].

В осветлителях со взвешенным слоем концентрация взвеси уменьшается с 0,15 г/л до 0,01 г/л [1,4].

В скорых фильтрах с загрузкой из кварцевого песка содержание взвеси падает с 0,03 г/л до 0,01 г/л, а в фильтрах с двухслойной загрузкой – с 0,05 г/л до 0,01 г/л [1,7].

В сверхскорых напорных фильтрах, загруженных кварцевым песком, концентрация взвешенных веществ в шахтных стоках может снизиться с 0,05 г/л до 0,01 г/л [8].

Эффект очистки шахтных вод от взвеси в напорных гидроциклонах достигается – 70% [1,6].

Для удаления из шахтных стоков взвешенных веществ применяется методика, называемая «Дон-3». При данном методе они вначале обрабатываются отстаиванием в шахтах, а затем фильтруются через породы выработанных лав. Доочистка этих стоков проводится на поверхности в напорных однослойных (кварцевый песок) фильтрах [1,6].

Коагуляция шахтных вод позволяет интенсифицировать их очистку от взвеси механическим методом [1,7]. Для коагуляционной очистки в качестве реагентов применяют водные растворы сульфата алюминия и хлорида трехвалентного железа [1,7]. Ускоряет процесс коагуляции добавление к шахтным стокам водных растворов флокулянтов (полиакриламида, полиэлектролита) ВПК-402 [1,7]. Флотацией из шахтных вод извлекают загрязнения с плотностью меньшей, чем плотность воды, например, нефтепродукты [1,2].

Ионы тяжелых металлов из шахтных стоков удаляются при их фильтровании через слой анионитов в напорных ионообменных фильтрах [1,7].

К нейтрализации шахтных стоков гашеной известью прибегают, если они имеют кислую реакцию [1,2,9].

Сильные окислители (технический кислород, озон, хлор) используются для дезинфекции шахтных вод [1,7].

Для очистки шахтных вод от железа, трехвалентного хрома, мышьяка, ртути, сероводорода они обрабатываются водными растворами гашеной извести или едкого натрия, а также соды простой или кальцинированной [1].

При удалении из шахтных вод загрязнений способных к биохимическому окислению, для их удаления применяют биофильтры или аэротенки [1]. Глубокая очистка этих сточных вод может производиться биологическими методами в биопрудах различных конструкций [1].

В Казанском государственном архитектурно-строительном университете (КГАСУ) для очистки шахтных вод от взвеси разработана установка, технологическая схема которой представлена на рис. 1 [10].

Исследования проводились с использованием гидроциклонов GC-75-I, GC-80-I и GC-100-I. Геометрические данные испытанных гидроциклонов представлена в [10].

Список источников

1. Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Шарипова К.Г. Некоторые аспекты применения напорных гидроциклонов для очистки шахтных стоков // Водоочистка, водоподготовка, водоснабжение. 2020. №3 (147). С. 42-45
2. Долина Л.Ф. Сточные воды предприятий горной промышленности и методы их очистки: справочное пособие. Днепропетровск: Молодежная экологическая организация, 2000. 61 с.
3. Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Бражникова К.Г. К вопросу очистки шахтных стоков мат. VIII Национальной конференции с международным участием «Проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения». Саратов: Наука, 2018. С. 74-78
4. Пилипенко А.Т. и др. Комплексная переработка шахтных вод. Киев: Техника, 1985. 183 с.
5. Харионовский А.А. Комплексная очистка шахтных и карьерных вод от техногенных загрязнений. Шахты: Издательство ЮРОАГН, 2000. 238 с.
6. Технологические схемы очистки от взвешенных веществ и обеззараживание шахтных вод: Каталог. М.: ЦНИЭуголь, 1985. - 425 с.
7. Красавин А.П. Защита окружающей среды в угольной промышленности. М: Недра, 1991. 221 с.
8. Адельшин А.Б., Барлев А.А. Автоматизация установок скоростных методов очистки воды. Казань: КИСИ, 1993. 88 с.
9. Милованов Л.В. Очистка сточных вод предприятий цветной металлургии. М: Металлургия. 1971. 384 с.
10. Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Зиганшина А.С., Зайнуллин А.Р. Исследования очистки шахтных сточных вод с использованием гидроциклонно-фильтровальной станции // Вестник технологического университета. 2025. Т.28, №11. С.57-61

© Зайнуллин А.Р., Бусарев А.В., Шешегова И.Г., 2026

ВОДОПОДГОТОВКА ДЛЯ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛОГО ДОМА

Виолетта Евгеньевна Зарипова¹,
Аида Ханифовна Низамова²

^{1,2}Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Россия

¹ lambertssummer@yandex.ru

² nizamova_a_h@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены актуальные вопросы организации водоподготовки в системе водоснабжения многоквартирного жилого дома. Проведен анализ основных загрязнителей централизованной питьевой воды. Описаны ключевые технологии очистки. Представлена типовая технологическая схема водоподготовки на вводе в здание. Сделан вывод о необходимости комплексного подхода и предварительного анализа исходной воды для подбора оптимального состава оборудования.

Ключевые слова: водоподготовка, механическая очистка, сорбция, обратный осмос

Для цитирования: Зарипова В.Е., Низамова А.Х. Водоподготовка для систем водоснабжения жилого дома//Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.55

Original article

WATER TREATMENT FOR A RESIDENTIAL WATER SUPPLY SYSTEM

Violetta Evgenievna Zaripova¹,
Aida Hanifovna Nizamova²

^{1,2}Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russia

¹ lambertssummer@yandex.ru

² nizamova_a_h@mail.ru

Annotation. This article examines current issues related to water treatment in the water supply system of an apartment building. It analyzes the main contaminants in centralized drinking water. Key treatment technologies are described. A typical water treatment flow chart at the building's inlet is presented. It concludes that an integrated approach and preliminary source water analysis are essential for selecting the optimal equipment.

Keywords: water treatment, mechanical purification, sorption, reverse osmosis

For citation: Zaripova V.E., Nizamova A.H. Water treatment for water supply systems of a residential building// Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p. 55.

На данный момент очень остро встает вопрос об обеспечении населения питьевой водой высокого качества. Существует много различных способов водоподготовки, в данной работе мы рассмотрим комплексную систему очистки воды с блоком умягчения, которая устанавливается на вводе в здание.

Гарантия качества питьевой воды в многоквартирных зданиях является приоритетной задачей, обуславливающей необходимость комплексного подхода к организации водоподготовки. Централизованно поставляемая вода зачастую содержит ряд загрязняющих веществ, способных оказывать неблагоприятное воздействие на здоровье проживающих, а также приводить к преждевременному износу инженерных систем и бытовых приборов. Следовательно, внедрение систем водоподготовки в многоквартирных домах необходимо.

В зависимости от региона качество и степень износа водопроводных труб существенно различаются, что напрямую влияет на вторичное загрязнение питьевой воды (песком, ржавчиной, солями железа и тяжёлыми металлами), поэтому всё более актуальным становится применение дополнительных установок водоподготовки непосредственно на вводе в жилой дом [1].

Первым этапом подготовки воды является механическая фильтрация. На этом этапе, используя сетчатые или дисковые фильтры, из воды удаляются крупные механические частицы, такие как песок и ржавчина. Это действие служит для предотвращения засорения последующих ступеней очистки и продления общего срока службы оборудования. Механическая фильтрация является неотъемлемой частью водоподготовки как для жилых помещений, так и для коммерческих объектов, где высокая жесткость воды и наличие механических загрязнений могут стать причиной повреждения техники. В многоквартирных домах применение такой системы обеспечивает чистоту воды, поступающей из каждого крана, что является важным фактором для городских условий с высокой нагрузкой на водопроводные сети [2].

Для борьбы с жесткостью воды применяются специальные ионообменные установки. Они работают по принципу замены ионов кальция и магния, вызывающих образование накипи, на ионы натрия. Это предотвращает появление известкового налета на нагревательных элементах бытовой техники и сантехнике. Данная технология особенно актуальна для домов и квартир, где жесткая вода является распространенной проблемой. Ионообменные системы доступны в разнообразных вариантах исполнения, что позволяет подобрать оптимальное решение для любых нужд. Их использование способствует

увеличению срока службы водонагревателей, стиральных машин и прочей техники, контактирующей с водой.

Сорбционные системы на основе активированного угля демонстрируют высокую эффективность в нейтрализации хлора, хлорорганических соединений и органических загрязнителей. Этот процесс приводит к улучшению органолептических свойств воды и повышению ее прозрачности за счет удаления посторонних ароматов. Активированный уголь также обладает способностью адсорбировать растворенные газы и различные химические примеси. Данная технология очистки воды имеет большое значение для объектов различного назначения, включая жилые дома и промышленные предприятия, где предъявляются повышенные требования к качеству воды. Особую ценность сорбционные системы представляют для предприятий пищевой и питьевой промышленности, где чистота воды является одним из ключевых факторов производства [2].

Системы обезжелезивания эффективно удаляют растворенное железо и марганец. Эти элементы могут придавать воде неприятный металлический привкус и оставлять ржавые пятна на поверхностях приборов, посуды и белья. Для этого используются методы аэрации и каталитической обработки, которые окисляют железо и марганец, превращая их в нерастворимые частицы. Эти частицы затем легко удаляются на последующих стадиях очистки. Такие системы необходимы как в частных домовладениях, так и на предприятиях, где качество воды напрямую влияет на производственные процессы.

Для уничтожения бактерий и вирусов используются ультрафиолетовые (УФ) установки. УФ-излучение эффективно обезвреживает микроорганизмы, не изменяя при этом химический состав воды. Это гарантирует безопасность воды для употребления и использования в быту. Системы обеззараживания играют важную роль не только в жилых домах и многоквартирных комплексах, но и на предприятиях, где вода является частью технологических процессов [2].

Современные системы водоочистки часто оборудованы автоматическими системами управления, которые обеспечивают непрерывный контроль и корректировку всех этапов процесса. Это позволяет добиться стабильного качества воды и минимизировать человеческий фактор. Автоматические системы могут быть настроены для работы в различных условиях, что делает их незаменимыми как в частных домах, так и на крупных предприятиях и котельных.

Важно провести тщательный анализ исходной воды, чтобы правильно подобрать систему водоочистки. Особое внимание уделяется таким показателям, как цветность, мутность, запах и привкус, железо, марганец, перманганатная окисляемость, остаточный хлор и хлорорганика, жесткость, щелочность и сульфаты. Типовая технологическая схема водоподготовки на вводе в здание представлена на рисунке 1.

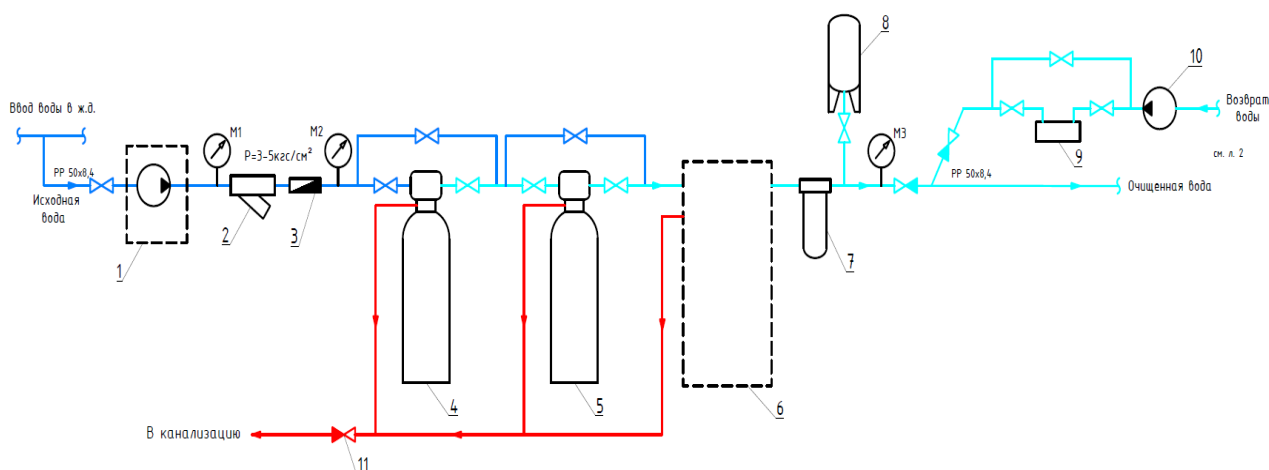


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема очистки воды:

1 – насосная станция повышения давления, 2 – фильтр механической очистки воды, 3 – счетчик воды, 4 – система механической очистки, 5 – система сорбционная, 6 – система обратного осмоса, 7 – фильтр тонкой очистки, 8 – гидроаккумулятор вертикальный, 9 – ультрафиолетовый стерилизатор, 10 – насос повышения давления, 11 – канализационный обратный клапан, M1-3 – манометры.

Рассмотрим подробнее функциональное назначение каждого элемента представленной принципиальной схемы.

Насосная станция повышения давления (поз. 1) обеспечивает требуемый напор воды, особенно на верхних этажах многоквартирного дома, где давление в городской сети может быть недостаточным (ниже 2–2,5 атм). Стабильное давление необходимо для корректной работы мембран обратного осмоса и УФ-стерилизатора.

Фильтр механической очистки воды (поз. 2) – первая ступень, задерживающая крупные взвеси (частицы >100 мкм). Как правило, используется сетчатый или дисковый фильтр с автоматической промывкой. Его наличие снижает нагрузку на последующее оборудование в 3–5 раз.

Счетчик воды (поз. 3) должен устанавливаться до узла тонкой очистки, чтобы учитывать реальный расход, но после грубой механической фильтрации для защиты крыльчатки от абразивного износа.

Система механической очистки (поз. 4) – это, как правило, последовательность из двух фильтров: картриджный фильтр 50–100 мкм (удаление песка, окалины, ржавчины); фильтр 5–10 мкм (полипропилен или лавсан) для задержки мелкодисперсных примесей. Эффективность удаления взвешенных веществ достигает 95–98%.

Сорбционная система (поз. 5) чаще всего представляет собой колонну с гранулированным активированным углем (например, из кокосовой скорлупы или каменного угля). Активированный уголь адсорбирует: остаточный свободный и связанный хлор (до 99%); хлорорганические соединения (тригалометаны), многие из которых канцерогенны; фенолы, пестициды, нефтепродукты; органические вещества, вызывающие цветность и привкус. Ресурс сорбционной загрузки составляет 6–12 месяцев в зависимости от качества исходной воды.

Система обратного осмоса (поз. 6) – наиболее эффективная, но и самая требовательная ступень. Полупроницаемая мембрана задерживает до 99% растворенных солей, включая сульфаты, хлориды, нитраты, а также тяжелые металлы (свинец, кадмий, медь) и вирусы. Однако при полном обессоливании вода становится агрессивной к металлическим трубам, поэтому в схемах водоснабжения жилых домов обратный осмос часто устанавливают не на всю подачу, а только на линию питьевой воды (отдельный кран на кухне). В противном случае требуется последующая минерализация.

Фильтр тонкой очистки (поз. 7) устанавливается после мембраны (или вместо нее, если обратный осмос не используется) для задержания возможных частиц активированного угля или биопленки. Типичный размер пор – 1–5 мкм. Этот фильтр защищает гидроаккумулятор и УФ-лампу от загрязнений.

Гидроаккумулятор (поз. 8) выполняет две функции: сглаживает гидравлические удары при включении/выключении насосов; создает запас очищенной воды (обычно 8–24 л), чтобы насосная группа не запускалась при каждом кратковременном открытии крана. Это продлевает ресурс мембраны и насосов.

Ультрафиолетовый стерилизатор (поз. 9) – финальный барьер перед подачей воды потребителю. Используются ртутные низкого давления или безртутные UV-LED лампы с длиной волны 253,7 нм. Доза облучения должна составлять не менее 30–40 мДж/см², что обеспечивает 99,99% инактивации бактерий (включая кишечную палочку, легионеллу) и вирусов. Преимущество УФ-метода – отсутствие химического воздействия и побочных продуктов. Недостаток – необходимость периодической очистки кварцевой колбы от отложений.

Насос повышения давления (поз. 10) дублирует функцию поз. 1, но может включаться после гидроаккумулятора для подачи воды на верхние этажи или при падении давления в сети ниже критического уровня. В компактных схемах часто используют один насос с частотным регулированием.

Канализационный обратный клапан (поз. 11) предотвращает обратный ток воды из системы водоотведения при вакууме в водопроводе – аварийная защита от попадания загрязнений. Устанавливается обязательно перед вводом в здание.

Манометры (М1–М3) контролируют перепад давления на ключевых ступенях. Повышение разницы между М1 и М2 (например, с 0,2 до 0,8 атм) сигнализирует о засорении механических фильтров. Падение давления после обратного осмоса (М2–М3) указывает на забивание мембраны или снижение ее производительности.

Таким образом, организация эффективной водоподготовки на вводе в многоквартирный жилой дом является технически и экономически обоснованной мерой. Анализ существующих технологий показал, что ни один универсальный метод очистки не способен удалить все типы загрязнений. Только правильно спроектированная многоступенчатая система, включающая механическую очистку, сорбцию, умягчение, обезжелезивание и УФ-

стерилизацию, обеспечивает стабильное качество воды, соответствующее требованиям СанПиН 1.2.3685-21.

Особое внимание следует уделять этапу проектирования: выбор конкретного оборудования (дисковые или сетчатые фильтры, тип ионообменной смолы, наличие обратного осмоса) должен основываться на данных расширенного анализа исходной воды. Автоматизация процессов управления позволяет снизить эксплуатационные затраты и повысить надежность системы. Перспективой дальнейших исследований является оценка экономической эффективности внедрения таких систем в зависимости от этажности и количества жильцов.

Список источников

1. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. – М.: Роспотребнадзор, 2021. – 720 с.

2. Фрог Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка: учебное пособие для вузов. – М.: Издательство АСВ, 2018. – 178 с.

© Зарипова В.Е., Низамова А.Х., 2026

Научная статья
УДК 621.1

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ: ОТ КЛАССИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ К ИННОВАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

**Варвара Сергеевна Зеленская¹,
Ольга Валентиновна Михеева²**

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

¹ varvarasavanova@mail.ru,

² omuk@inbox.ru

Аннотация. В представленной статье рассматривается современное состояние рынка теплогенерирующего оборудования. Проведен анализ основных типов генераторов тепла, используемых для отопления и горячего водоснабжения. Особое внимание уделено сравнительной характеристике традиционных (газовых, твердотопливных) и альтернативных (тепловые насосы, вихревые генераторы) источников тепловой энергии. В работе представлен обзор инновационных разработок в области термоэлектрической генерации и утилизации вторичных энергоресурсов. Сделан вывод о перспективности комбинированных систем, обеспечивающих высокий коэффициент преобразования энергии.

Ключевые слова: теплогенератор, тепловой насос, кавитация, термоэлектрический генератор, энергоэффективность, когенерация.

Для цитирования: Зеленская, В.С., Михеева, О.В. Современные тенденции развития теплогенерирующего оборудования: от классических решений к инновационным технологиям // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием– Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.60

Original article

MODERN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF HEAT-GENERATING EQUIPMENT: FROM CLASSICAL SOLUTIONS TO INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Varvara Sergeevna Zelenskaya¹,
Olga Valentinovna Mikheeva²

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

¹Varvarasavanova@mail.ru,

²omuk@inbox.ru,

Abstract. This article examines the current state of the heat-generating equipment market. An analysis of the main types of heat generators used for heating and hot water supply is carried out. Particular attention is paid to the comparative characteristics of traditional (gas, solid fuel) and alternative (heat pumps, vortex generators) sources of thermal energy. The paper presents an overview of innovative developments in the field of thermoelectric generation and the utilization of secondary energy resources. A conclusion is drawn about the promise of combined systems that provide a high energy conversion coefficient.

Keywords: heat generator, heat pump, cavitation, thermoelectric generator, energy efficiency, cogeneration.

For citation: Zelenskaya, V.S., Mikheeva, O.V. Modern trends in the development of heat-generating equipment: from classical solutions to innovative technologies // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: Proceedings of the XVI National Conference with international participation - Saratov: FGBOU VO Vavilov University, 2026, p.60

Обеспечение потребителей тепловой энергией остается одной из ключевых задач современной энергетики. Теплогенерирующие установки занимают центральное место в системах жизнеобеспечения промышленных объектов, жилых и коммерческих зданий. Согласно определению,

теплогенератор — это совокупность устройств для производства тепловой энергии в виде пара, горячей воды или подогретого воздуха на основе преобразования химической, электрической или ядерной энергии.

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью повышения энергоэффективности теплогенерирующего оборудования в условиях роста цен на органическое топливо и ужесточения экологических требований. Целью работы является анализ современного парка теплогенерирующих установок и выявление наиболее перспективных направлений их развития.

Традиционные теплогенераторы классифицируются по ряду признаков: виду используемого топлива, способу нагрева теплоносителя, функциональному назначению и мобильности.

Наибольшее распространение получили генераторы, работающие на сжигании органического топлива. Конструктивно такой теплогенератор состоит из камеры сгорания с горелкой, теплообменника, вентилятора и системы отвода дымовых газов. Тепловая мощность подобных устройств варьируется в широком диапазоне от 20 до 2000 кВт. В зависимости от типа используемого топлива выделяют газовые, дизельные и твердотопливные модели.

Газовые теплогенераторы являются наиболее экономичными в эксплуатации благодаря низкой стоимости природного газа. Они могут быть выполнены как в стационарном, так и в мобильном исполнении, а их КПД достигает 95-98%. Дизельные агрегаты чаще применяются на объектах, удаленных от газовых магистралей, однако их эксплуатация сопряжена с необходимостью организации надежного хранения топлива и утилизации продуктов сгорания.

Твердотопливные генераторы, использующие дрова, уголь или брикеты, отличаются автономностью, но требуют регулярного обслуживания (загрузки топлива и удаления золы). Их КПД несколько ниже и составляет 80-85%, что обусловлено потерями тепла с уходящими газами и механическим недожогом.

Отдельную нишу занимают теплогенераторы, преобразующие механическую энергию в тепловую без процесса горения. Наиболее известным представителем данного класса является вихревой теплогенератор, принцип действия которого основан на кавитации — образовании и схлопывании пузырьков пара в потоке жидкости. При схлопывании пузырьков выделяется значительное количество тепла.

Исследования вихревых теплогенераторов, например, модели ТПМ-5,5-1, показывают, что такие устройства способны работать с коэффициентом преобразования энергии (отношение полученной тепловой мощности к затраченной электрической) более 1,0. В ходе испытаний, проведенных в Институте технической теплофизики, было зафиксировано, что нагрев теплоносителя происходит как за счет штатного нагрева электродвигателя насоса, так и за счет вихревых и кавитационных процессов в специальной трубе.

Конструкция вихревого генератора включает центробежный насос и вихревую трубу, в которой поток жидкости закручивается и тормозится. Это приводит к выделению тепла без использования ТЭНов. Несмотря на дискуссионность физической модели таких процессов (некоторые специалисты относят их к "аномальным" явлениям), промышленные образцы вихревых теплогенераторов производятся серийно и применяются для отопления.

Еще более спорными, но коммерчески реализуемыми являются молекулярные генераторы, позиционируемые разработчиками (например, АТП-ТермаРОН) как устройства с КПЭ до 2,5-3,0. В них заявлено использование эффектов резонанса, ионизации и разрыва молекулярных связей воды. Однако научное сообщество относится к таким данным с осторожностью, что подчеркивает необходимость дополнительных независимых испытаний.

Наиболее обоснованным с термодинамической точки зрения способом повышения эффективности теплогенерации является использование тепловых насосов. Эти установки не производят тепло, а переносят его от низкопотенциального источника (грунт, вода, воздух) к потребителю, затрачивая на перенос относительно небольшое количество электроэнергии.

Технико-экономический анализ, проведенный учеными ЮРГПУ, показывает высокую конкурентоспособность тепловых насосов. В работе сравнивались парокомпрессионный (ПКТН), абсорбционный тепловые насосы (АБТН), газовый котел (ГК) и инновационный энергокомплекс на базе "нового трансформатора теплоты". Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнение эффективности различных теплогенерирующих систем (на тепловую мощность 30 кВт)

Показатель	Газовый котел	Парокомпрессионный ТН	Абсорбционный ТН	Энергокомплекс
Относительный расход топлива (природный газ)	2,5 (базовый уровень)	3,3 (выше)	1,5 (ниже)	1,0 (условная единица)
Срок окупаемости	+9,6 года к базе	+1,2 года к базе	+5,2 года к базе	Наилучший показатель

Данные показывают, что применение тепловых насосов позволяет сократить расход органического топлива. Энергокомплекс, сочетающий различные типы компрессии, демонстрирует наилучшие показатели, что свидетельствует о перспективности комбинированных решений.

Особым направлением, лежащим на стыке тепло- и электроэнергетики, является использование термоэлектрических генераторов (ТЭГ). Их работа основана на эффекте Зеебека: возникновении ЭДС в цепи из разнородных материалов при наличии разности температур. Актуальность разработки ТЭГ обусловлена необходимостью утилизации бросового тепла, например, выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания.

Современные исследования в МГТУ им. Баумана и МАМИ показывают, что при интеграции ТЭГ в выпускную систему автомобиля можно получить от

75 до 216 Вт дополнительной электроэнергии в зависимости от режима работы двигателя. Зарубежные образцы, например, промышленный генератор TEG-HL350, способны вырабатывать до 350 Вт при температуре горячей стороны 300°C.

Моделирование термоэлектрических систем, выполненное в Институте термоэлектричества (Черновцы), показывает, что оптимизация систем подвода и отвода тепла позволяет повысить КПД самого термоэлектрического преобразователя до 4,5%, а общий тепловой КПД когенерационной установки (производство тепла и электричества) может достигать 89%. Это делает ТЭГ перспективными для автономных систем энергоснабжения.

Интересные разработки ведутся и в области микрогенерации. Китайские ученые создали гибкие термоэлектрические покрытия на основе полидиметилсилоксана, способные преобразовывать тепло человеческого тела в электричество для питания носимой электроники. Хотя такие системы имеют мощность в милливаттах, они демонстрируют широкий потенциал применения термоэлектрического принципа.

Таким образом, проведенный анализ современного состояния теплогенерирующего оборудования позволяет сделать следующие выводы:

1. На рынке доминируют традиционные газовые и жидкотопливные теплогенераторы, однако они постепенно вытесняются более эффективными и экологичными системами.

2. Вихревые и кавитационные теплогенераторы представляют собой интересную альтернативу для локального отопления, но требуют дальнейшего научного обоснования заявляемых высоких коэффициентов преобразования энергии.

3. Наиболее перспективным направлением является комбинирование различных технологий (когенерация). Энергокомплексы на базе тепловых насосов и трансформаторов тепла позволяют в 1,5-2,5 раза сократить расход первичного топлива по сравнению с газовыми котлами.

4. Термоэлектрические генераторы, несмотря на низкий КПД прямого преобразования, являются незаменимым средством утилизации вторичных энергоресурсов и создания автономных источников питания для удаленных объектов и носимых устройств.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на совершенствование теплообменных аппаратов, поиск новых материалов для термоэлектрических преобразователей и разработку гибридных систем, работающих на различных видах энергии.

Список источников

1. Халатов А.А., Коваленко А.С., Шевцов С.В. Результаты испытаний вихревого теплогенератора ТПМ 5,5-1 // Доклад на научно-технической конференции «Аномальные физические явления в энергетике». Харьков. 2005.

2. Папин В.В., Безуглов Р.В., Добрыдnev Д.В. и др. Технико-экономический анализ применения энергокомплекса в качестве установки для теплоснабжения // Вестник ЮУрГУ. 2025.
3. Теплогенератор. Материал из Википедии — свободной энциклопедии. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Теплогенератор> (дата обращения: 19.03.2026).
4. Юдин А.В., Самиков Р.Ф. Современное состояние и перспективы разработки термоэлектрических генераторов для преобразования тепловой энергии выхлопных газов ДВС // Молодой ученый. 2026. № 2 (605). С. 23-28.
5. О молекулярном генераторе тепловой энергии нового поколения АТП-ТермаРОН // Журнал С.О.К. 2019. №10. С. 88-92.
6. Как выбрать теплогенератор для дома // Сайт [Epool.ru](https://voronezh.epool.ru/blog/statsionarnye-teplogeneratory). URL: <https://voronezh.epool.ru/blog/statsionarnye-teplogeneratory> (дата обращения: 19.03.2026).
7. Михайловский В. Я., Струтинская Л. Т., Чайковская Е. В. Моделирование термоэлектрической системы генерирования тепловой и электрической энергии // ТКЭА. 2005. №4.

© Зеленская В.С., Михеева О.В., 2026

Обзорная статья
УДК 620.91

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕЛИОСИСТЕМ В ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ

Александр Сергеевич Клушкин¹

Татьяна Васильевна Федюнина²

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

¹ak.kbm@yandex.ru

²t.fediunina2010@yandex.ru

Аннотация. В статье анализируются вопросы повышения энергоэффективности системы отопления посредством использования интегрирования традиционных и возобновляемых источников энергии, а именно гелиосистем.

Ключевые слова: энергоэффективность, гелиосистема, теплоснабжение, солнечные коллекторы.

Для цитирования: Клушкин А.С., Федюнина Т.В. Использование гелиосистем в теплоснабжении // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С.65

USE OF SOLAR SYSTEMS IN HEAT SUPPLY

Alexander Sergeevich Klushkin¹

Tatiana Vasilyevna Fediunina²

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

¹ak.kbm@yandex.ru

²t.fediunina2010@yandex.ru

Abstract. The article analyzes the issues of increasing the energy efficiency of the heating system by using the integration of traditional and renewable energy sources, namely, solar systems.

Keywords: energy efficiency, solar system, heat supply, solar collectors.

For citation: Klushkin A.S., Fedyunina T.V. The use of solar systems in heat supply // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation – Saratov: FGBOU VO Vavilovsky University, 2026. P.65

В условиях роста тарифов на энергоносители и усиления внимания к экологическим аспектам деятельности человека, все более актуальными становятся задачи повышения энергоэффективности систем жизнеобеспечения зданий. Особое значение это приобретает в сфере частного домостроения, где расходы на отопление и горячее водоснабжение (ГВС) составляют значительную часть эксплуатационных затрат. Одним из перспективных направлений является интеграция традиционных и возобновляемых источников энергии, что позволяет создать надежные и экономичные гибридные системы.

Несмотря на климатические особенности многих регионов России, характеризующиеся дефицитом прямой солнечной радиации в зимний период, использование солнечной энергии не теряет своей актуальности. Как верно отмечается в исходном тексте, в северных областях солнечная энергия применяется в качестве дополнительного или резервного источника. Однако современные технические решения позволяют эффективно интегрировать гелиосистемы в общую схему теплоснабжения, значительно экономя традиционное топливо в течение всего года, особенно в межсезонье.

Ключевыми «посредниками» в преобразовании солнечной энергии являются фотоэлектрические панели (солнечные батареи) и солнечные коллекторы (гелиосистемы), которые имеют принципиальное отличие в назначении и конструкции.

Солнечные батареи (фотоэлектрические панели), которые преобразуют солнечную радиацию в электричество для питания бытовых приборов.

Солнечные коллекторы (гелиосистемы), являющиеся частью контура отопления и ГВС. Они аккумулируют тепловую энергию и нагревают теплоноситель, циркулирующий в системе.

Ключевое различие между ними заключается в виде получаемой энергии: коллекторы производят тепло, а батареи — электричество. Хотя теоретически обогрев возможен и с помощью фотоэлементов, такая схема крайне нерациональна и подходит лишь для регионов с большим количеством солнечных дней в году. Для повышения эффективности коллекторы часто оснащаются системами слежения за солнцем, что позволяет максимизировать поглощение солнечной радиации.

Фотоэлектрические панели, основное назначение которых заключается в генерации электроэнергии для бытовых нужд, могут быть успешно интегрированы в систему отопления при условии создания комплексной технической схемы. Ключевым элементом такой системы выступает накопительная емкость-теплоаккумулятор, где происходит нагрев теплоносителя для последующей подачи в отопительный контур.

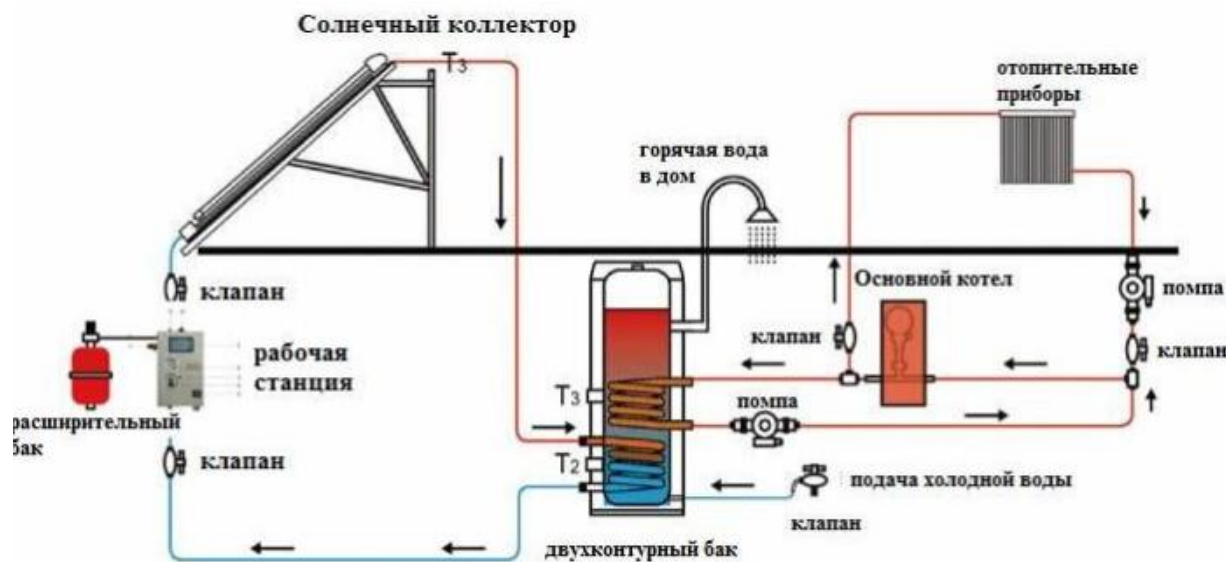


Рисунок 1-Система, работающая от солнечной энергии, с двухконтурным баком, организующим нагрев и подачу горячей воды в двух направлениях: в отопительные радиаторы и к точкам разбора

При достижении заданных температурных параметров нагретый теплоноситель поступает в радиаторы или систему теплого пола, обеспечивая обогрев жилых помещений.

Конструктивная реализация системы включает следующие компоненты:

- Фотоэлектрические панели с преобразователями постоянного тока в переменный
- Буферную емкость с теплообменником и термическими нагревателями
- Блок управления и мониторинга параметров системы

- Циркуляционные насосы и запорную автоматику

Эффективность применения солнечных батарей для целей отопления определяется корректным расчетом нескольких параметров: мощности фотоэлектрической установки, объема теплоаккумулятора, теплопотерь здания и производительности дополнительного оборудования. Наиболее рациональной считается схема, где солнечная генерация работает в паре с традиционными источниками тепла - такое решение позволяет компенсировать сезонные колебания солнечной инсоляции и обеспечивает бесперебойность теплоснабжения.

Особое внимание при проектировании следует уделить автоматизации процессов управления, позволяющей оптимизировать режимы работы системы, использование наиболее экономичных источников энергии в различных условиях эксплуатации.

Самая серьезная проблема современных систем отопления с традиционными котлами в том, что энергоэффективность таких систем понижается из-за ежегодного стремительного роста на газ.

Для организации эффективной системы отопления и горячего водоснабжения оптимальным решением являются солнечные коллекторы. В отличие от фотоэлектрических панелей, они непосредственно преобразуют солнечную энергию в тепловую, что обеспечивает более высокий КПД и исключает необходимость дополнительного нагрева теплоносителя.

Современные коллекторы представлены двумя основными типами:

1. Плоские коллекторы

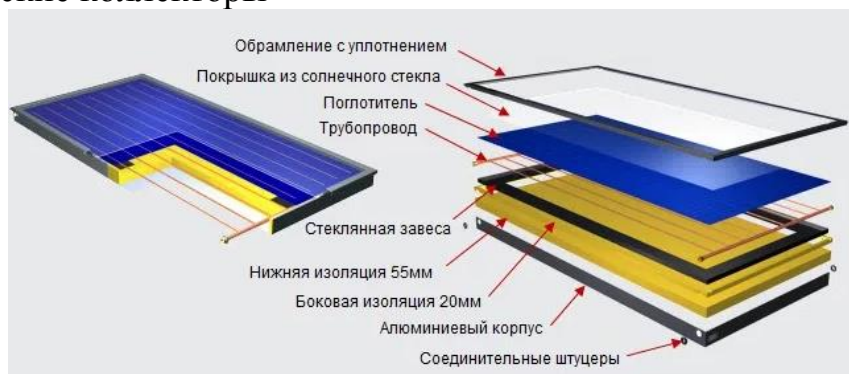


Рисунок 2- Схема работы плоского коллектора

Конструкция включает:

- Теплоизолированный металлический корпус
- Адсорбирующую пластину с селективным покрытием
- Медный трубчатый теплообменник
- Закаленное стеклянное покрытие

Теплоноситель циркулирует через трубки, нагреваясь от контактной пластины. Существуют самотечные и принудительные системы циркуляции, причем последние демонстрируют значительно более высокую эффективность благодаря использованию циркуляционных насосов.

2. Трубчатые вакуумные коллекторы

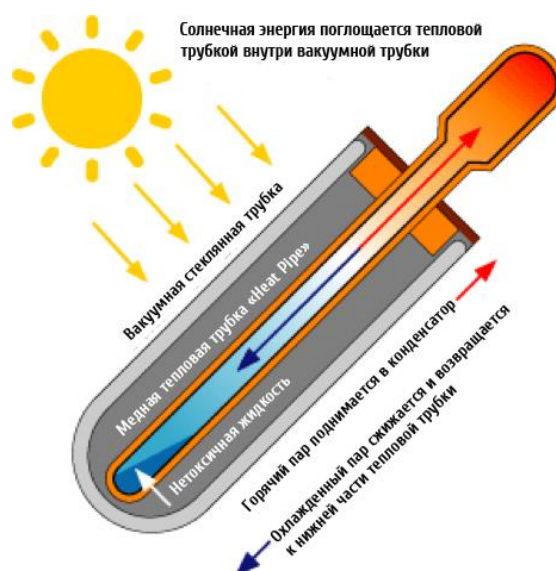


Рисунок 3-Схема работы трубчатого вакуумного коллектора

Особенности конструкции:

- Система двойных стеклянных колб с вакуумной изоляцией
- Два типа теплообменников: U-type и Heat-pipe
- Модульная конструкция с возможностью замены отдельных элементов

Теплообменники типа Heat-pipe отличаются простотой обслуживания - замена поврежденного элемента занимает несколько минут. Системы U-type, хотя и более эффективны, требуют полной замены секции при выходе из строя.

Анализ эксплуатационных характеристик показывает:

- Плоские коллекторы оптимальны для южных регионов с высокой инсоляцией
- Трубчатые системы с технологией Heat-pipe демонстрируют наибольшую эффективность в северных широтах
- Вакуумные коллекторы способны функционировать в пасмурную погоду благодаря высокой теплоизоляции

Выбор типа коллектора должен основываться на климатических особенностях региона, требуемой тепловой мощности и экономической целесообразности. Для условий сурового климата предпочтительны трубчатые системы, обеспечивающие стабильную работу даже при минимальной солнечной активности.

Таким образом, грамотное проектирование отопительной системы, предусматривающее, в том числе, возможность интеграции солнечных коллекторов для покрытия части тепловой нагрузки, позволяет не только создать комфортные условия проживания, но и существенно оптимизировать будущие расходы на энергоносители в условиях постоянного роста тарифов.

Список источников

1. Нагибин, С. Н. Альтернативные системы отопления / С. Н. Нагибин, Т. В. Федюнина // Основы рационального природопользования :

Материалы XI Национальной конференции с международным участием, Саратов, 16 октября 2025 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, 2025. – С. 384-391. – EDN QIXABI.

2. 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.

3. Тутаев, М. А. Способы повышения эффективности системы теплоснабжения здания / М. А. Тутаев, Т. В. Федюнина // Основы рационального природопользования : материалы VIII Национальной конференции с международным участием, Саратов, 27–28 октября 2022 года. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2022. – С. 242-244. – EDN DRDJFA.

© Клушкин А.С., Федюнина Т.В., 2026

Обзорная статья
УДК 620.92

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОМАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И СПОСОБЫ МИНИМИЗАЦИИ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

**Егор Евгеньевич Косюга¹,
Татьяна Анатольевна Панкова²**

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

¹ekosuga83@gmail.com

²vtanja@mail.ru

Аннотация. Влияние теплоэнергетики затрагивает разные компоненты природной среды: атмосферу (потребление кислорода воздуха, выбросы газов, паров, твёрдых частиц), гидросферу (потребление воды, изменение водного баланса, создание новых водохранилищ, сбросы загрязнённых и нагретых вод), литосферу (потребление ископаемых топлив, изменение ландшафта, складирование на поверхности и в недра золошлаковых отходов). В данной статье рассматривается влияние тепломассообменных процессов на окружающую среду и приводятся способы минимизации негативных процессов.

Ключевые слова: процессы, тепломассообмен, экологические последствия, влияние, минимизация.

Для цитирования: Косюга Е.Е., Панкова Т.А. Влияние тепломассообменных процессов на окружающую среду и способы минимизации негативного воздействия // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.70

Review article

IMPACT OF HEAT AND MASS TRANSFER PROCESSES ON THE ENVIRONMENT AND WAYS TO MINIMIZING THE NEGATIVE IMPACT

**Egor Evgenievich Kosyuga¹,
Tatiana Anatolyevna Pankova²**

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

¹ ekosuga83@gmail.com

²vtanja@mail.ru

Annotation. The impact of thermal energy affects various components of the natural environment: the atmosphere (consumption of atmospheric oxygen, emissions of gases, vapors, and solid particles), the hydrosphere (water consumption, changes in the water balance, creation of new reservoirs, discharge of polluted and heated waters), and the lithosphere (consumption of fossil fuels, changes in the landscape, storage of ash and slag waste on the surface and in the subsoil). This article examines the impact of heat and mass transfer processes on the environment and provides ways to minimize negative processes.

Keywords: processes, heat and mass transfer, environmental consequences, impact, minimization.

For citation: Kosyuga E.E., Pankova T.A. The influence of heat and mass transfer processes on the environment and ways to minimize the negative impact // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.70

Современный мир был бы немислим без различных тепловых двигателей — двигателей внутреннего сгорания, паровых турбин, котлов и других устройств, преобразующих тепловую энергию в механическую. Они обеспечивают нашу повседневную жизнь, позволяя нам водить автомобили, управлять самолетами, отапливать дома и вырабатывать электроэнергию [1].

Тепломассообмен — фундаментальное явление, лежащее в основе работы большинства промышленных систем, энергетики и даже природных циклов. Это процессы переноса тепла (энергии) и вещества (массы), которые

неразрывно связаны между собой. Сжигание топлива на ТЭС связано с образованием продуктов сгорания, содержащих летучую золу, диоксид серы (сернистый ангидрид), оксиды азота и газообразные продукты неполного сгорания. При сжигании мазута в атмосферу выбрасываются кроме того соединения ванадия, соли натрия и частицы сажи. В золе некоторых топлив имеется мышьяк, свободный диоксид кремния, свободный оксид кальция и др. Перевод с твердого топлива на газовое ведет к значительному удорожанию вырабатываемой энергии. При сжигании газа в дымовых выбросах также содержится диоксид серы, а содержание оксидов азота не меньше, чем при сжигании угля [2, 3].

Однако их масштабная интенсификация человеческой деятельностью имеет значительные экологические последствия. В данной статье мы рассмотрим, как тепломассообмен влияет на окружающую среду, и какие современные подходы позволяют снизить это негативное влияние.

К основным направлениям негативного воздействия относятся:

1) тепловое загрязнение водоемов.

Примером теплового загрязнения водоемов является использование воды для охлаждения на тепловых и атомных электростанциях, сбрасываемая обратно в реки, озера или моря вода имеет температуру на 5—15°C выше, что приводит к: снижению концентрации растворенного кислорода, жизненно важного для рыб и других гидробионтов; нарушению естественных циклов размножения и миграции водных организмов; стимулированию роста сине-зеленых водорослей (цветение воды), что еще больше ухудшает состояние экосистемы.

2) выбросы в атмосферу.

Процессы горения, испарения, сушки и химических реакций, сопровождающиеся тепломассообменом, являются основным источником загрязнения воздуха: парниковые газы (CO_2 , CH_4 , N_2O) — результат сжигания ископаемого топлива, усиливают парниковый эффект и глобальное потепление; кислотообразующие оксиды (SO_x , NO_x) — вызывают кислотные дожди, повреждающие леса, почвы и инфраструктуру; твердые частицы (сажа, зола, пыль) — влияют на здоровье человека и климат.

3) изменение локального микроклимата.

Крупные промышленные зоны и мегаполисы, являясь мощными источниками тепла и влаги (антропогенное тепло от транспорта, предприятий, испарение), формируют «острова тепла». Это приводит к изменению режима осадков, повышению средней температуры в городе и ухудшению качества жизни.

4) образование и выброс токсичных веществ.

В многих технологических процессах (гальваника, химический синтез) вместе с теплом в окружающую среду могут переноситься летучие органические соединения, тяжелые металлы и другие опасные вещества [3, с. 339].

Для минимизации отрицательного воздействия тепломассообменных процессов ведется борьба с негативными последствиями по трем основным направлениям: совершенствование процессов, улавливание и переработка выбросов, а также переход на новые принципы.

К первому направлению относится повышение энергоэффективности и интенсификация процессов, в которое входит рекуперация (утилизация) тепла: установка теплообменников для использования тепла отходящих газов или жидкостей, например, для предварительного подогрева сырья или отопления помещений кардинально снижает энергопотребление и тепловые выбросы; использование высокоэффективного оборудования: компактные пластинчатые теплообменники, аппараты с развитой поверхностью теплообмена; оптимизация режимов работы с помощью систем автоматизированного управления (АСУ ТП) для поддержания максимального КПД.

Ко второму направлению относится внедрение систем очистки и замкнутых циклов: для водоемов: переход на замкнутые системы оборотного водоснабжения с градирнями или сухими системами охлаждения (воздушные радиаторы), что полностью исключает сброс теплой воды в природу; для атмосферы: установка современных газоочистных сооружений — электрофилтры, скрубберы, каталитические и адсорбционные установки для улавливания твердых частиц, SO_x и NO_x ; улавливание и хранение углерода — перспективная технология для захвата CO_2 на этапе выброса и его последующего захоронения.

К третьему направлению относится переход на альтернативные и возобновляемые источники энергии: развитие солнечной, ветровой, геотермальной энергетики, где процессы тепломассообмена либо отсутствуют, либо имеют локальный и контролируемый характер; использование биотоплива и водорода, сгорание которых дает меньше вредных выбросов.

В настоящее время выделяют еще одно направление, включающее природоподобные технологии и рациональное проектирование [5, с. 204], сюда входит зеленая архитектура и пассивное домостроение: использование теплоаккумулирующих материалов, естественной вентиляции и правильной ориентации зданий для минимизации затрат на отопление и кондиционирование и создание зеленых зон и водоемов в городах для смягчения эффекта «теплового острова».

Список источников

1. Экологические проблемы использования тепловых машин [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://lk.99ballov.ru/wiki/physics/Ekologicheskie_problemy_ispolzovaniya_teplovyh_mashin/.

2. Третьяков А. Н., Перегудина Е.В., Азарова С.В. О влиянии на атмосферу предприятий теплоэнергетического комплекса машин [Электронный ресурс] //

Молодой ученый. 2015. № 11 (91). С. 562–566. — Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/91/19248/>.

3. Туманов Д. В., Панкова Т.А. Анализ тепловых насосов // Основы рационального природопользования: материалы X Национальной конференции с международным участием (Саратов, 15 ноября 2024 г.), ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. Саратов, 2024. – С. 338–340.

4. Способы уменьшения негативного воздействия систем отопления на экологию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fanber.by/vlijaniye-otopleniye/>.

5. Панкова Т.А., Орлова С.С. Анализ эффективности системы // Основы рационального природопользования: материалы VIII Национальной конференции с международным участием (Саратов, 27–28 октября 2022 г.), ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. Саратов, 2022. – С. 203–205.

© Косюга Е.Е., Панкова Т.А., 2026

Обзорная статья
УДК 697.32

МЕТОДЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Сергей Петрович Мамеев¹

Татьяна Васильевна Федюнина²

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

¹mameevsergej@gmail.com

²t.fediunina2010@yandex.ru

Аннотация: В данной статье рассмотрены ключевые проблемы в энергетической отрасли в России. Приведены мероприятия по решению рассмотренных проблем с целью повышения энергоэффективности и продления сроков эксплуатации оборудования.

Ключевые слова. Котельные установки, энергосбережение, энергоэффективность

Для цитирования: Мамеев С.П., Федюнина Т.В. Методы энергосбережения в котельных установках // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.74

Review article

ENERGY SAVING METHODS IN BOILER SETTINGS

Sergey Petrovich Mameev¹

Tatyana Vasilyevna Fedyunina²

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

¹mameevsergej@gmail.com

²t.fediunina2010@yandex.ru

Abstract: This article discusses the key problems in the energy industry in Russia. The article provides measures to solve the problems discussed in order to improve energy efficiency and extend the service life of equipment.

Keywords. Boiler rooms, energy saving, energy efficiency

For citation: Mameev S.P., Fedyunina T.V. Methods of Energy Saving in Boiler Rooms // Modern Problems and Prospects of Construction, Heat and Gas Supply, and Energy Supply: Proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026, p.74

Одной из главных задач в стратегии развития энергетики в России является повышение эффективности технической составляющей систем теплоснабжения. Достигнуть этого возможно за счёт внедрения энергосберегающего оборудования и его эффективного использования. Применение энергоэффективных технологий в котельных позволяет снизить потребление топлива и потери теплоты.

Энергетическую эффективность котельных установок характеризует показатель КПД. При определении КПД котельной, учитывается потеря топлива и теплоты в процессе производства и отпуска, в том числе и затраты электроэнергии на пуск оборудования. Повысить значения данного показателя возможно за счёт проведения мероприятий по энергосбережению.

За исправную работу котельной отвечает водно-химический режим тепловых сетей. Такой негативный фактор как коррозия трубопроводов ухудшает процессы теплообмена и увеличивает расход энергии при транспортировке тепла.

Снизить негативное воздействие солевых отложений на котлы и трубопроводы возможно за счет использования реагентов на основе фосфатов и акрилатов. Данный процесс позволяет избавиться от продуктов коррозии и называется продувкой. Продувка улучшает теплосъем и повышает теплопередачу, а так же снижает эксплуатационные затраты котельной, не снижая работоспособности тепловых сетей.

Применение в конструкции котельных частотных приводов и механизмов для плавного пуска снижает потребление электроэнергии на 20-25 %. Использование преобразователя частоты в вентиляторах и дымососах позволяет устранить проскальзывание ремней и токовые перегрузки в двигателе. Частотный привод помогает избежать перезапуск тепловых установок,

вызванного незапланированным отключением питания, производя вторичное безударное включение вращающегося двигателя.

Устройство плавного пуска представляет собой регулятор напряжения, осуществляющий плавный пуск и остановку двигателя, что позволяет снизить пусковые токи, а так же ограничить скачки напряжения в сети. Кроме энергосбережения, плавный пуск продлевает срок эксплуатации двигателей до 17%.

В котельных, работающих на природном газе, снизить затраты на энергию позволяет применение теплообменников конденсационного типа. Основным элементом теплообменника является калориферная установка, теплоносителем в которой являются уходящие газы, а не вода. Вода забирает тепло от газов и идет на горячее водоснабжение. Это так же позволяет снизить расход топлива при подготовке греющей воды для теплообменника. Применение конденсационных теплообменников позволяет осуществлять подготовку воды для систем отопления не используя дополнительное топливо. Используя теплоту дымовых газов, достигается экономия природного газа порядка 5%. Такие теплообменные установки имеют компактные размеры и низкий показатель аэродинамического сопротивления. Данное оборудование не только повышает энергоэффективность котельного оборудования, позволяя сократить расход топлива, но и повышает экологичность производства.

К базовым преимуществам конденсационных котлов относится большое число факторов технического, эксплуатационного, конструктивного характера. Благодаря им отопление дома становится удобным, надежным, высокофункциональным. В этот перечень входят:

- малый уровень выброса опасных веществ;
- широчайший диапазон модуляции;
- компактные размеры котла, рассчитанного на водяное отопление;
- гладкая поверхность теплообменника, выполненная из нержавеющей стали;
- гарантированно высокий КПД;
- красивый дизайн;
- бесшумность при работе;
- экономичный режим во всех мощностных диапазонах;
- низкие расходы на ТО;
- увеличенный срок эксплуатации;
- малые расходы на топливо;
- минимальное влияние на среду.

Схема котла с применением конденсационного теплообменника представлена на рисунке 1.

Повысить энергоэффективность котельных так же возможно за счет применения погодозависимых систем регулирования. Данные системы автоматически управляют процессом выработки и отпуска тепловой энергии. Регулировка температуры теплоносителя производится в зависимости от условий погоды и прочих внешних факторов. Результатом применения таких

систем является обеспечение теплового комфорта в отапливаемых помещениях, а так же экономия топлива до 15 %.

Применение перечисленных мероприятий позволяет решить проблемы энергосбережения, экономии затрат на обслуживание котельных, продлевает срок службы оборудования, а так же повышает экологичность производства энергии.

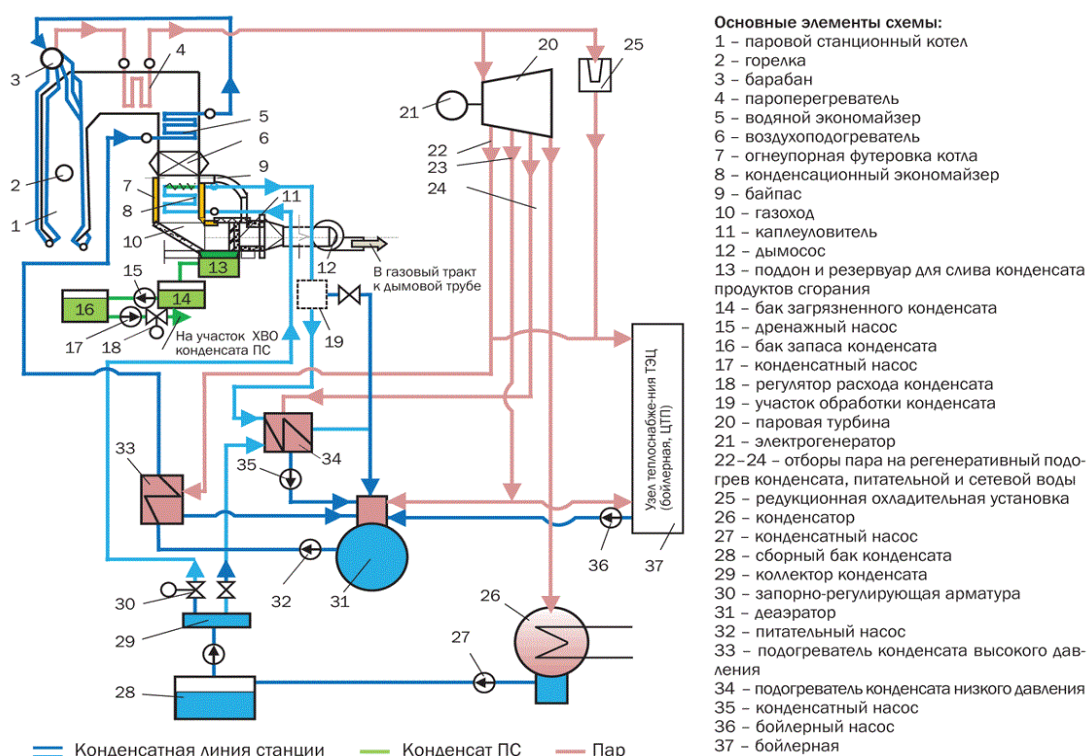


Рисунок 1 - Схема котла с конденсационным теплообменником

Список источников

1. Теплообменник конденсационного котла – каким он должен быть? [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://raywarm.ru/articles/teploobmennik-kondensaczionnogo-kotla-kakim-on-dolzhen-byt/>
2. СП 89.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП II-35-76 "Котельные установки".
3. Маржанов, Р. А. Энергосбережение за счет применения конденсационного газового котла / Р. А. Маржанов, Т. В. Федюнина // Основы рационального природопользования : Материалы XI Национальной конференции с международным участием, Саратов, 16 октября 2025 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, 2025. – С. 357-362. – EDN SHJTFE.

© Мамеев С.П., Федюнина Т.В., 2026

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВНУТРЕННЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ СТИЛОБАТНОЙ ЧАСТИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСОВ

Инна Олеговна Наседкина¹,
Лилия Рахимзяновна Хисамеева²

^{1,2}Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г.Казань, Россия

¹nasedkinainn@yandex.ru

²khisameeva_liliya@mail.ru

Аннотация: На основе анализа нормативной литературы запроектированы системы внутреннего водоснабжения стилобатной части многофункционального жилого комплекса, изучены специфические особенности систем и приняты *рациональные проектные решения*.

Ключевые слова: внутреннее водоснабжение, многофункциональные жилые комплексы, стилобат, зонные схемы водоснабжения, проектирование.

Для цитирования: Наседкина И.О., Хисамеева Л.Р. Проектирование систем водоснабжения стилобатной части многофункциональных жилых комплексов // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.78

Review article

DESIGN OF INTERNAL WATER SUPPLY SYSTEMS FOR THE STYLOBATE PART OF MULTIFUNCTIONAL RESIDENTIAL COMPLEXES

Inna Olegovna Nasedkina¹,
Lilia Rakhimzyanovna Hisameeva²

^{1,2}Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan, Russia

¹nasedkinainn@yandex.ru

²khisameeva_liliya@mail.ru

Abstract: Based on the analysis of the current regulatory and engineering documentation, the internal water supply systems for the stylobate part of the multifunctional residential complex have been designed, the specific features of the systems have been studied and rational project solutions have been approved.

Key words: internal water supply, multifunctional residential complexes (MFC), the stylobate part, zone-focused water supply systems, design.

For citation: Nasedkina I.O., Khisameeva L.R. // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilovsky University, 2026, p.78

С каждым годом возрастает интерес к высотным зданиям, в том числе и к многофункциональным зданиям и комплексам.

Многофункциональное здание, это здание, включающее в свой состав два и более функционально-планировочных компонента, взаимосвязанные друг с другом через помещения общего пользования [1].

Современное высотное здание воспринимается как продолжение города со всеми его функциями, ориентированное по вертикали, как новый взгляд на формы и функции городских пространств. Самым распространенным примером многофункционального высотного строительного объекта является жилой дом с насыщенной инфраструктурой. Основную часть комплекса составляют жилые помещения. Инфраструктурная часть может быть представлена объектами торгового, административного, физкультурно-оздоровительного, коммунально-бытового назначения. Инфраструктурные объекты располагаются на нижних этажах одиночного здания или в стилобатном объеме.

Стилобат – это общая цокольная часть (один или несколько этажей), на которой возводятся несколько корпусов многофункциональных комплексов. Стилобат выступает как мощная платформа, объединяющая архитектурный комплекс в единое целое. Типологическое разнообразие стилобатов включает: этажность, функциональный состав, доступность, транзитность, подключение к транспортной инфраструктуре [2]. Проектное решение стилобатной части не только позволяет экономить ценный земельный ресурс, но и создает дополнительную городскую территорию для социального общения на крыше стилобата.

Проектирование инженерных систем для стилобатной части многофункциональных жилых комплексов (МФК) – это одна из самых сложных задач для проектировщика.

В многофункциональных зданиях и комплексах следует предусматривать хозяйственно-питьевое и горячее водоснабжение, канализацию и водостоки в соответствии с СП 30.13330, СП 31.13330, СП 73.13330, СП 118.13330, СП 253.1325800 и СП 484.1311500, а также в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности СП 4.13130, СП 5.13130, СП 8.13130, СП 10.13130. При проектировании инженерного оборудования встроенных в многофункциональные здания и комплексы стоянок автомобилей следует учитывать требования СП 113.13330 [3-5].

Все инфраструктурные объекты имеют небольшую производительность. При проектировании важно учитывать: зонирование, разделение жилых и коммерческих зон, шумоизоляцию; пожарную безопасность, отдельные эвакуационные пути; инженерные коммуникации; доступность для маломобильных групп населения (МГН). Доступность многофункциональных

зданий и комплексов для маломобильных групп населения, планировка прилегающей территории, помещений, предназначенных для пребывания или проживания МГН, и их оборудование должны соответствовать требованиям СП 59.13330, СП 136.13330, СП 137.13330, СП 138.13330, СП 140.13330, СП 147.13330 [1].

Согласно [6], системы водоснабжения и водяного пожаротушения многофункциональных комплексов (МФК) следует предусматривать раздельными.

Устройство водопроводных вводов для зданий высотой до 200 м следует выполнять по СП 30.13330. Для зданий высотой более 200 м следует предусматривать не менее двух двухтрубных водопроводных вводов, присоединяемых к различным участкам наружной кольцевой водопроводной сети [6,7]. При этом каждый трубопровод двухтрубного водопроводного ввода рассчитывается на 50% суммарного расхода воды на хозяйственно-питьевые и на противопожарные нужды. Суммарный расход воды на хозяйственно-питьевые и противопожарные нужды определяется расчетом.

Системы водоснабжения и водяного пожаротушения МФК следует зонировать по высоте с учетом расчетного гидростатического давления. Допускается выполнять зонирование, не связанное с разбивкой здания на пожарные отсеки по высоте. Хозяйственно-питьевая система, в зависимости от количества этажей делится по вертикали на зоны (определенное количество этажей), может быть как однозонной, так и двухзонной. Самый распространенный вариант в современной российской практике зонная система – параллельная (централизованная) схема, где все насосные группы (для каждой зоны) располагаются в одном месте в помещении индивидуального теплового пункта (ИТП) стилобата или в подвале. При зонировании систем водопровода подачу воды в каждую зону следует предусматривать самостоятельными повысительными насосными установками [7]. Данный вариант удобен для эксплуатации, так как все оборудование сосредоточено в одном помещении. ИТП обычно располагают на нижнем этаже МФК. Здесь располагаются все технические узлы водоснабжения. А именно водомеры, насосы, регуляторы давления, нагреватели, запорная арматура и измерительные приборы.

Стилобатная часть (подземные этажи, паркинги, торговые галереи) должна образовывать отдельную гидравлическую зону или подключаться к нижней технической зоне, но с обязательной установкой регуляторов давления на водах в помещениях с пребыванием людей.

Проектирование систем водоснабжения и водоотведения в стилобате МФК требует разделение жилой и коммерческой частей. В стилобате, где размещаются подземные этажи, паркинги, торговые площадки и рестораны, проектируются раздельные системы пожаротушения.

Магистральные трубопроводы холодного и горячего водоснабжения МФК прокладывают не только в подвале, но и по верхнему этажу стилобата.

Стояки систем холодного водоснабжения (ХВС) и горячего водоснабжения (ГВС) МФК, а также приборы учета и регуляторы давления, к которым присоединяют санитарно-технические приборы, следует размещать вне пределов квартир или офисов в нишах лестнично-лифтовых холлов (общих коридорах). Это обеспечивает доступ службы эксплуатации, что критически важно при авариях. Поквартирная разводка в помещение выполняют через подшивной потолок.

При проектировании систем ХВС и ГВС следует учитывать, что давление воды у санитарно-технических приборов или оборудования должно соответствовать техническим характеристикам водоразборной и смесительной арматуры или паспортным данным устанавливаемого оборудования, но должно быть не менее 0,20-0,25 МПа (20-25 м вод. ст.) [6].

Магистральные трубопроводы и стояки систем ХВС и ГВС должны, предусматриваться из металлических труб: стальных по ГОСТ 3262 с антикоррозионным покрытием внутренней и наружной поверхностей, оцинкованных, из нержавеющей стали. Допускается использование полимерных труб в зданиях высотой до 100 м, при этом на стояках необходимо предусматривать устройства для компенсации температурного расширения и соответствующие неподвижные крепления. Подводки трубопроводов к санитарно-техническим приборам и другому оборудованию допускается выполнять трубопроводами из полимерных материалов на напрессованных фитингах или из гофрированных нержавеющей труб с учетом рабочего давления и температуры в системе) [6].

Устройство насосных станций (установок) систем водоснабжения и водяного пожаротушения следует выполнять в соответствии с СП 30.13330, СП 31.13330, СП 10.13130.

Одна из особенностей МФК это огромное количество водопотребителей, которое может достигать 15 наименований, что не прибавляет легкости в расчете водопотребления. Примерно 90% от суточного водопотребления приходится на жилые помещения, общепиты, бассейны и тренажерные залы. Все остальные объекты МФК потребляют не более 10%. Если сравнивать расходы, определенные с учетом всех потребителей и с учетом только главных, водоемких объектов, то получается, что доля мелких водопотребителей в максимальных часовых расходах воды и канализационных вод составляет примерно 6%, в максимальных секундных расходах – 4,5% [8].

Проектируемый объект – многофункциональный жилой комплекс – массивный объемно-планировочный объект, который состоит из трех разновысотных корпусов: два жилых корпуса – «башни» разной высотности (А, В), и третьего корпуса общественного назначения – корпус С. Данные три корпуса соединены между собой стилобатом со встроено-пристроенными помещениями общественного назначения, кровля стилобата является частью благоустроенного внутреннего двора, в части благоустройства стилобата запроектирован смотровой балкон. Корпуса объединены общей двухэтажной подземной частью.

В части общего наземного стилобата на территории расположены встроенно-пристроенные помещения трансформаторной подстанции, кладовые управляющей компании, рампа в подземную автостоянку, эвакуационная лестничная клетка из подземной автостоянки, данные помещения обвалованы в сторону внутреннего двора, образуя озелененные холмы в благоустройстве комплекса (рисунок 1).

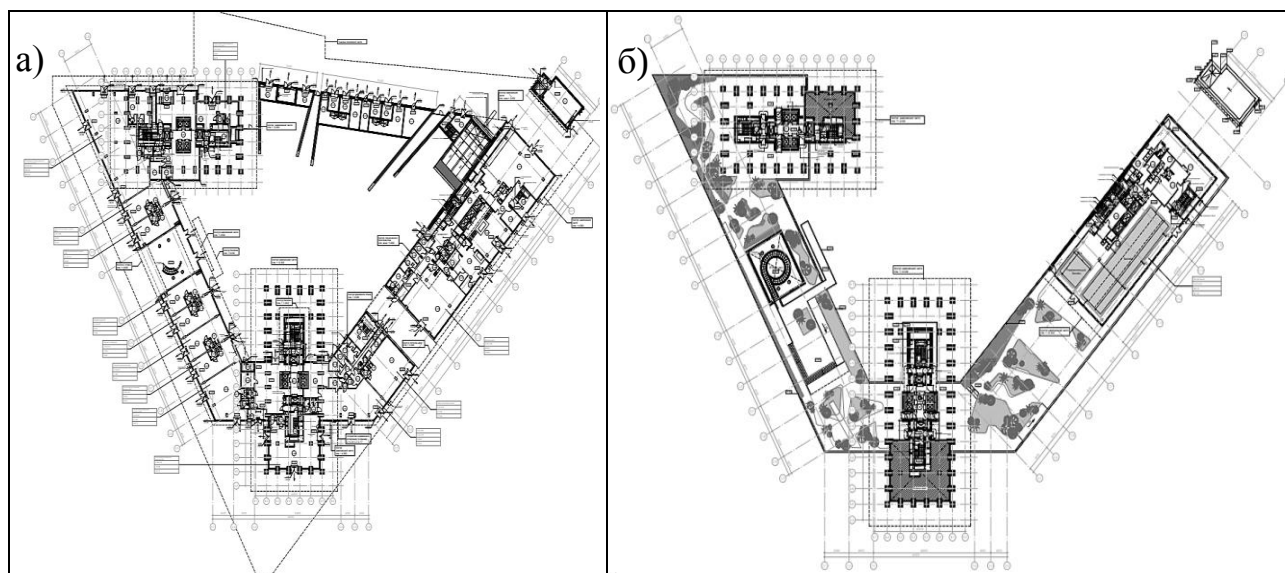


Рисунок 1 – Стилобат:

а – план 1-го этажа на отм. 0,000; б – план 2-го этажа на отм. +7,950

Нежилые общественные помещения и помещения социальной инфраструктуры размещены на первом этаже стилобатной части и в корпусе С.

На 1-м этаже расположены: предприятие общественного питания с обеденным залом на 70 посадочных мест; две мастерские ремонта часов на 10 посетителей каждая; шахматный клуб на 10 человек/час; секция вязания на 10 человек/час; секция бисероплетения на 10 человек/час; непродовольственный магазин №1 на 22 человека; непродовольственный магазин №2 на 38 человек; непродовольственный магазин №3 на 48 человек; офис городской службы.

В корпусе С на 1 и 2-м этажах расположен фитнес-центр, общее количество единовременно пребывающих посетителей (в час) – 42 человека. В корпусе С на 3-м этаже расположены офисные помещения и помещения дополнительного образования (секция риторики на 10 чел/час, секция дизайна на 10 чел/час, секция иностранных языков на 10 чел/час); на 4-6-м этажах расположены офисные помещения.

Источником водоснабжения комплекса является городской водопровод.

Водоснабжение комплекса на хозяйственно-питьевые и противопожарные нужды предусмотрено от двух вводов водопровода диаметром 200 мм, запитанных от наружной сети городского водопровода. Диаметр вводов рассчитан на пропуск суммарного хозяйственно-питьевого и противопожарного

расхода.

Минимальный гарантированный напор в месте присоединения составляет 25 м. Качество воды отвечает требованиям ГОСТ Р 51232-98 «Вода питьевая» и гигиеническим нормативам СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды центральных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

На вводе в комплекс в помещении насосной и узла учета на минус 1-м этаже сразу за наружной стеной предусматривается водомерный узел со счетчиком воды с импульсным выходом для дистанционного съема показаний, с двумя обводными линиями, на которых устанавливаются задвижки с электроприводом. Пуск задвижек на обводной линии предусматривается от датчиков положения пожарных кранов или от устройств (систем) противопожарной автоматики. Нормальное положение задвижек с электроприводом на обводных линиях – закрытое.

В проекте принята отдельная система хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода, ответвление на противопожарные нужды выполняется после водомерного узла.

Принципиальная схема холодного водоснабжения представлена на рисунке 2.

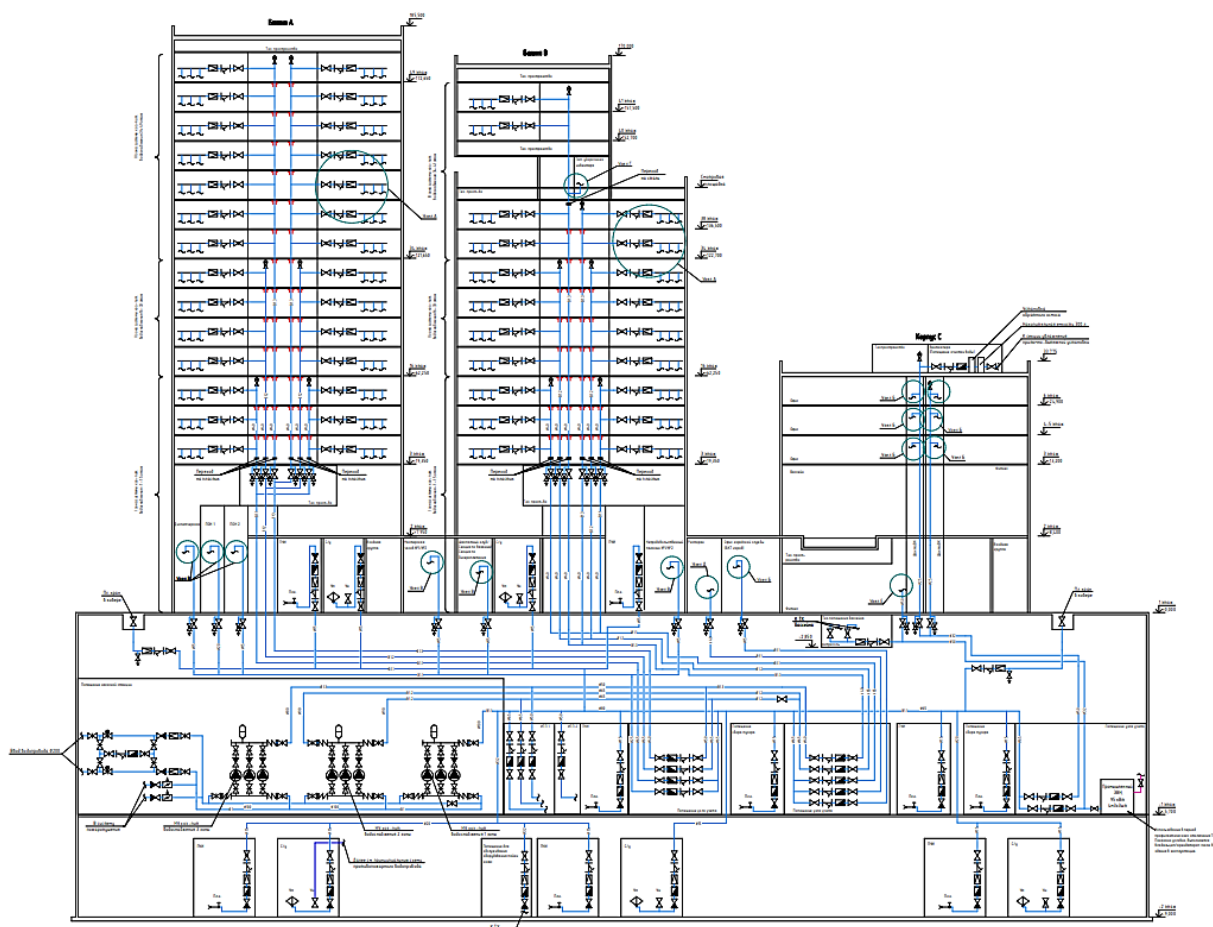


Рисунок 2 – Принципиальная схема хозяйственно-питьевого
холодного водоснабжения

Система хозяйственно-питьевого водоснабжения запроектирована трехзонной:

- 1-я зона: жилые этажи с 3-го по 15-й этаж, потребители в подземной части здания (ПУИ, с/у, мусорокамеры), мойка колес, ПОН 1-2, мастерская часов №1-2, шахматный клуб, секция вязания, секция бисероплетения, непродовольственный магазин №1-3, офис городской службы, ресторан, диспетчерская, УК, помещение охраны, офисы, секции образования в здании офиса, фитнес, бассейн;

- 2-я зона: жилые этажи с 16-го по 33-й этаж;

- 3-я зона: жилые этажи с 34-го по 49-й этаж (для первого корпуса) и с 34-го по 41-й (для второго корпуса);

Водомерные узлы со счетчиками для холодной воды предусматриваются:

- на вводе в комплекс;

- для каждого корпуса (в помещении узлов учета на минус 1-м этаже);

- для помещений общественного назначения (в помещении узлов учета на минус 1-м этаже и для каждого арендатора);

- для ресторана и помещения общественного назначения (ПОН) (в помещении узлов учета на минус 1-м этаже под вторым корпусом;

- для конечного потребителя (в поэтажном коллекторе шкафу);

- на ответвлении в ИТП для приготовления горячей воды.

Сеть хозяйственно-питьевого водоснабжения принята кольцевой с разводкой магистральных трубопроводов под потолком минус 1-го этажа.

Стояки жилой части прокладываются скрыто в коммуникационных шахтах с доступом к отключающей арматуре и счетчикам при помощи лючков. Магистралы в подземной части монтируются открыто.

Подвод холодной воды к квартирам осуществляется от коллекторного узла в конструкции пола мест общего пользования (МОП). На ответвлении от стояка устанавливается запорная арматура, фильтры, счетчики, регуляторы давления, обратные клапаны. Разводка трубопроводов в МОП осуществляется до квартиры.

Для первичного пожаротушения в квартирах на ответвлении холодной воды предусматривается установка крана для присоединения бытового пожарного крана (устанавливается силами собственника жилья).

На ответвлении от магистралей к арендуемым помещениям и потребителям в подземной части здания устанавливается запорная арматура, фильтры, счетчики, регуляторы давления, обратные клапаны. Разводка в местах общего пользования в жилых корпусах и подземной части здания (ПУИ, с/у, помещения сбора мусора) предусматривается в полном объеме. Для санузлов МГН подвод холодной и горячей воды к приборам осуществляется через смеситель с установкой терморегулятора.

На каждом стояке системы предусматривается отключающая арматура и спускной кран. Опорожнение стояков и магистралей системы холодного водоснабжения производится через спускные краны в прямки или трапы. Для слива и опорожнения системы холодного водоснабжения, все трубопроводы

прокладываются с уклоном не менее 0,002. В местах прохода трубопроводов через строительные конструкции трубопроводы прокладываются в гильзах.

В корпусе С для подачи воды к секции увлажнения приточно-вытяжной установки на кровле предусматривается ответвление от стояка 3-й зоны системы В1. Для дополнительной очистки в отдельном помещении на кровле предусматривается установка обратного осмоса с накопительной емкостью и насосом подачи очищенной воды.

Для полива территории предусмотрены поливочные краны диаметром 25 мм в нишах в наружных стенах зданий, так же допускается использовать решения в коврах, подключаемые к магистралям холодного водоснабжения, с установкой запорной и регулирующей арматуры. Расстояние между поливочными кранами принимается из расчета один кран на 60-70 м периметра здания.

В помещении сбора мусора на 1 и минус 1-м этажах предусматривается установка смесителя с подводом холодной и горячей воды.

В корпусе С предусмотрено два плавательных бассейна (25 и 8 метров). Тип бассейна по характеру водообмена – рециркуляционный (оборотный).

Восполнение потерь оборотного водопровода осуществляется из хозяйственно-питьевого водопровода, с расходом равным расходу при наполнении ванны (объем учитывает ежесуточное восполнение свежей воды на каждого посетителя). Промывку фильтров бассейнов осуществлять в часы наименьшего водопотребления (в ночное время).

В паркинге предусматривается автоматическая мойка колес (размещается на участке двухпутной прямолинейной рампы). Мойка автомобилей осуществляется в оборотном цикле водоснабжения.

Для определения расходов воды приняты нормы потребления воды в соответствии СП 30.13330.2020 «Внутренний водопровод и канализация зданий». Для определения расходов воды на бытовые нужды жилого дома принята норма – 180 л/чел в сутки. Системы хозяйственно-питьевого холодного и горячего водоснабжения МФК должны обеспечивать подачу воды (расход), соответствующую расчетному числу водопотребителей или установленных санитарно-технических приборов.

Для обеспечения необходимого напора в сети водопровода 1, 2 и 3-й зон проектом предусмотрены насосные установки. Насосные установки автоматически выдерживают заданные параметры в соответствии с переменной характеристикой водоразбора у потребителей.

Контроль и управление установкой осуществляется электронной системой управления, имеющей электрошкаф комплектного распределительного устройства с линейным выключателем и микропроцессором системы управления, с дисплеем и клавиатурой для управления, регулировки и индикации, с рабочими и аварийными светосигнальными устройствами. Установка обеспечивает постоянное давление путем непрерывной бесступенчатой регулировки числа оборота насосов. Производительность установки регулируется путем включения / выключения

необходимого количества насосов, а также параллельного управления работающими насосами. В зависимости от времени, нагрузки и технических неисправностей происходит автоматическая смена насосов.

С целью сглаживания колебаний давления и ограничения частоты включения насосов установки дополнительно комплектуются диафрагменным напорным гидробаком. Установки имеют систему защиты от работы всухую. Установки имеют ряд центробежных насосов вертикальной компоновки, у которых детали, контактирующие с рабочей средой, изготовлены из хромоникелевой стали. Насосы через виброгасящие опоры установлены на общей плите-основании. Каждый насос оборудован обратным клапаном и двумя комплектами запорной арматуры. Наличие интерфейса RS 485 позволяет работать оборудованию в режиме обмена данными с компьютером. Категория надежности электроснабжения насосных станций принята II.

Приготовление горячей воды предусмотрено в ИТП №1 и ИТП №2.

Расчетный расход и напор на нужды горячего водоснабжения (ГВС) обеспечивается насосной станцией хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Температура горячей воды в местах водоразбора соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074 и СанПиН 2.1.4.2496. У потребителей обеспечивается температура не ниже 60°C, температура горячей воды после ИТП 65°C.

Температуру подаваемой воды для предприятий общественного питания у самого дальнего водоразборного прибора предусмотрено не менее 65°C, для догрева до нормируемой температуры предусмотрены электрические водонагреватели. Для фитнеса и предприятий общественного питания предусмотрено резервирование ГВС на период отключения в летний период.

Система ГВС запроектирована трехзонной с циркуляцией по магистралям и стоякам:

- 1-я зона от ИТП №1: потребители в подземной части здания (ПУИ, ПУТ, помещения сбора мусора), арендуемые помещения на 1-м этаже, жилые этажи со 2-го по 15-й;

- 1-я зона от ИТП № 2: третий корпус (фитнес, бассейн, офисы);

- 2-я зона: жилые этажи с 16-го по 33-й;

- 3-я зона: жилые этажи с 34 по 49 этаж (для первого корпуса) и с 34-го по 41-й (для второго корпуса).

Сеть горячего водоснабжения принята тупиковой с разводкой магистральных трубопроводов на минус 1-м этаже.

Принципиальная схема горячего водоснабжения представлена на рисунке 3.

Стояки жилой части прокладываются скрыто в коммуникационных шахтах с доступом к отключающей арматуре. Магистрали в подземной части и техническом пространстве монтируются открыто.

Проектом предусмотрена разводка горячей воды до квартир в стяжке пола МОП. В квартире предусмотрена установка запорной арматуры и счетчиков с обратным клапаном. На ответвлениях от стояков предусмотрена

установка регуляторов давления и фильтров. В помещениях ванных комнат в квартирах предусматриваются электрические полотенцесушители.

Разводка в местах общего пользования в жилых корпусах и подземной части здания (ПУИ, ПУТ, помещения сбора мусора) предусматривается в полном объеме.

Магистраль холодного и горячего водоснабжения предусмотрены из стальных оцинкованных труб по ГОСТ 3262-75* (для диаметров до 50 мм), по ГОСТ 10704-91 (для диаметров 50 мм и более).

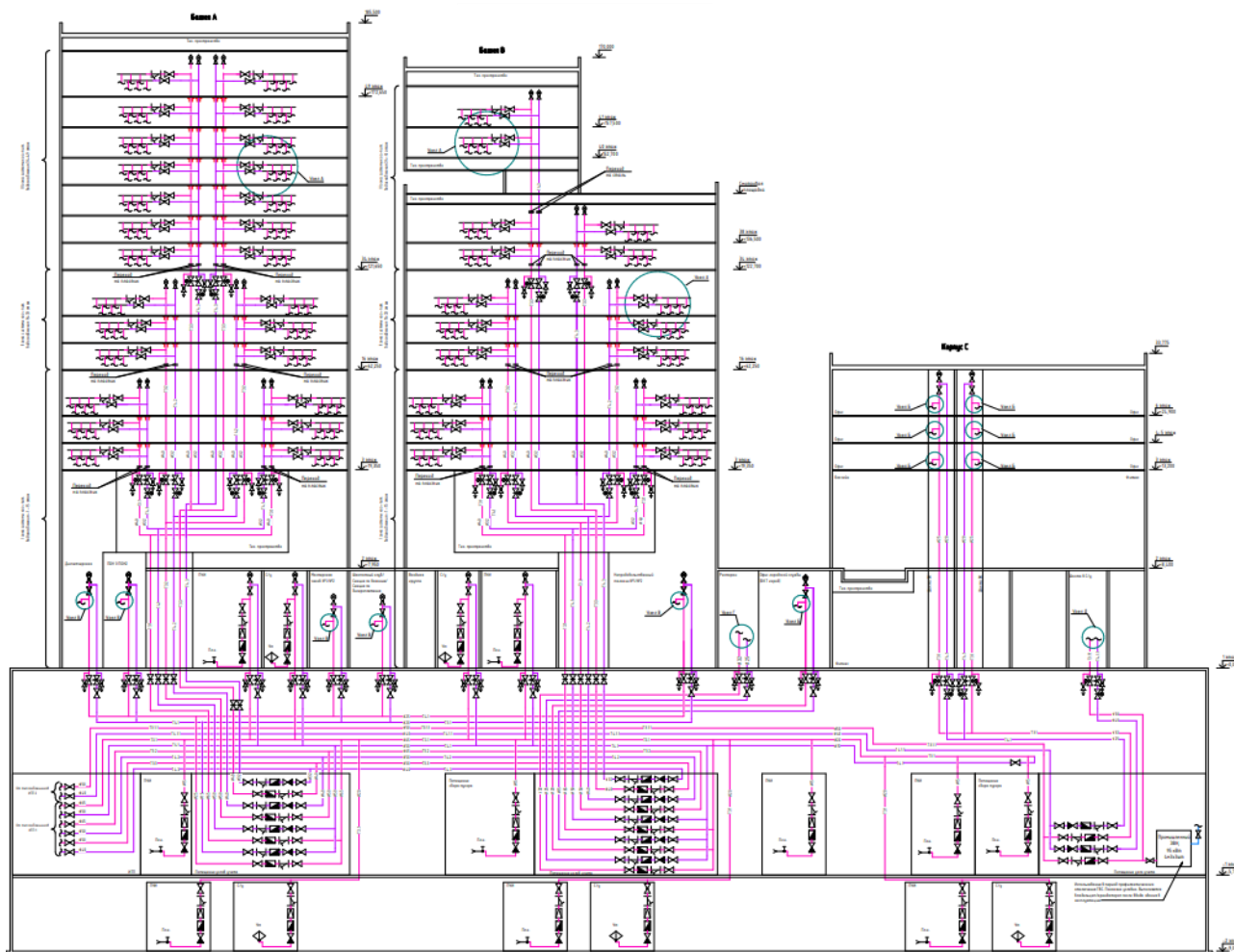


Рисунок 3 – Принципиальная схема горячего водоснабжения

Соединение труб диаметрами Ду40 и менее резьбовое, при диаметре труб Ду50 мм и более на гравелочных соединениях. Поэтажные разводки от коллекторов до квартир выполнены трубами из сшитого полиэтилена РЕХ-а на аксиальных (с подвижной гайкой) соединениях. Стояки холодного водоснабжения выполнены из полипропиленовых труб Aquatherm Green Pipe SDR 9 MF RP для 1 и 2-й зон, для 3 зоны из полипропиленовых труб армированных стекловолокном Aquatherm Green Pipe SDR 9 MF RP. Для корпуса В с 38-го этажа стояки выполнены из труб стальных водогазопроводных оцинкованных ГОСТ 3262-75*. Стояки горячего

водоснабжения из полипропиленовых труб армированных стекловолокном Aquatherm Green Pipe SDR 9 MF RP для 1-й зоны, из труб стальных водогазопроводных оцинкованных ГОСТ 3262-75 до 15-го этажа, с 16-го этажа из труб армированных стекловолокном Aquatherm Green Pipe SDR 9 MF RP для 2-й зоны. Для 3-й зоны стояки выполнены из труб стальных водогазопроводных оцинкованных ГОСТ 3262-75 до 33-го этажа, с 34-го этажа из труб армированных стекловолокном Aquatherm Green Pipe SDR 9 MF RP.

На стояках из пластиковых труб под перекрытием каждого этажа устанавливается противопожарная манжета. Все трубопроводы холодного и горячего водоснабжения, за исключением подводок к водоразборным приборам, теплоизолируются.

Для подземной автостоянки предусматривается изоляция из минеральной ваты группы НГ, для остальных помещений – из вспененного каучука группы Г1.

Вывод. Высотные здания могут принадлежать разным собственникам или иметь разное назначение (жилье, офисы, отель), но стилобат с его инфраструктурой у них общий – это единая мощная техническая платформа, которая должна быть обеспечена высокой степенью коммунального благоустройства для безопасного и комфортного пребывания людей.

Список источников

1. СП 160.1325800.2014 Здания и комплексы многофункциональные. Правила проектирования / Минстрой России. – М.: 2014. – 19 с.
2. Ткачук Р.В. Суть проектирования инженерных систем многофункциональных комплексов / Р.В. Ткачук. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2020. – №23 (313). – С. 171-173.
3. СП 54.13330.2016 Здания жилые многоквартирные / Минстрой России. – М.: 2016. – 68 с.
4. СП 30.13330.2020. Внутренний водопровод и канализация зданий / Минстрой России. – М.: 2020. – 68 с.
5. СП 40.102.2000 Проектирование и монтаж трубопроводов систем водопровода и канализации из полимерных материалов / Госстрой России – М.: 2000. – 35 с.
6. СП 253.1325800.2016 Инженерные системы высотных зданий / Минстрой России. – М.: 2016. – 75 с.
7. Салахова И. Ф. Проектирование систем водоснабжения высотных зданий / И. Ф. Салахова, Л. Р. Хисамеева // Основы рационального природопользования: Материалы VII Национальной конференции с международным участием, Саратов, 18–19 ноября 2021 года. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ, 2021. – С. 179-182.
8. Бартова Л.В., Бушмакина Н.В., Петухова Е. О. Водоснабжение и водоотведение многофункциональных комплексов // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. – 2019. – Т. 10, № 2. – С. 92-105.

© Наседкина И.О., Хисамеева Л.Р., 2026

ПРИМЕНЕНИЕ НАСОСОВ С ПЕРЕМЕННОЙ ЧАСТОТОЙ ВРАЩЕНИЯ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

Диана Юрьевна Наумова¹

Максим Сергеевич Фролов²

Научный руководитель – Наумова О.В., к.т.н., доцент кафедры
«Теплогазоснабжение и нефтегазовое дело», СГТУ имени Гагарина Ю. А.

^{1,2} - ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им.
Гагарина Ю. А.», г. Саратов, Россия

¹ – maksim.f.0208@mail.ru

² – nadirush@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены особенности применения насосов с переменной частотой вращения в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Проанализированы принципы регулирования производительности насосного оборудования, а также оценена их роль в повышении энергоэффективности инженерных систем зданий. Особое внимание уделено экономическим и эксплуатационным преимуществам использования частотно-регулируемых приводов. Приведены основные направления применения таких насосов в современных системах ТГСиВ.

Ключевые слова: насосы, частотное регулирование, системы отопления, вентиляция, энергоэффективность, автоматизация.

Для цитирования: Наумова Д.Ю., Фролов М.С. Применение насосов с переменной частотой вращения в системах теплогазоснабжения и вентиляции // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.89

Review article

APPLICATION OF VARIABLE SPEED PUMPS IN HEAT AND GAS SUPPLY AND VENTILATION SYSTEMS

Diana Yurievna Naumova¹

Maxim Sergeevich Frolov²

Scientific supervisor: O.V. Naumova, PhD, Associate Professor at the Department of Heat and Gas Supply and Oil and Gas Engineering, Yuri Gagarin State Technical University

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

¹ nadirush@mail.ru

² maksim.f.0208@mail.ru

Annotation. The article considers the features of using variable speed pumps in heating, ventilation and air conditioning systems. The principles of pump performance regulation are analyzed, and their role in improving the energy efficiency of building engineering systems is evaluated. Special attention is paid to the economic and operational advantages of using frequency-controlled drives. The main areas of application of such pumps in modern HVAC systems are presented.

Keywords: pumps, variable speed control, heating systems, ventilation, energy efficiency, automation.

For citation: Naumova D.Yu. , Frolov M.S. The Use of Variable-Speed Pumps in Heat and Gas Supply and ventilation Systems // Modern Problems and Prospects for the Development of Construction, Heat and Gas Supply and Energy Supply: Proceedings of the XVI National Conference with International Participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.89

Введение. Современные системы теплогасоснабжения и вентиляции характеризуются высокой степенью автоматизации и требованиями к снижению энергопотребления. В условиях постоянного роста стоимости энергоресурсов и ужесточения нормативных требований особую актуальность приобретает использование оборудования, позволяющего гибко регулировать параметры работы инженерных систем [1-3].

Одним из таких решений являются насосы с переменной частотой вращения, обеспечивающие адаптацию производительности к текущим потребностям системы. В отличие от традиционных насосов с постоянной скоростью, они позволяют существенно снизить энергозатраты и повысить надежность эксплуатации.

Целью работы является анализ применения насосов с частотным регулированием в системах ТГС и В и оценка их эффективности.

Принцип работы насосов с переменной частотой вращения.

Основой работы таких насосов является использование частотного преобразователя, который регулирует скорость вращения электродвигателя. Изменяя частоту питающего напряжения, можно изменять расход и напор насоса в широком диапазоне.

Согласно законам подобия насосов:

- расход пропорционален скорости вращения;
- напор пропорционален квадрату скорости;
- потребляемая мощность пропорциональна кубу скорости.

Это означает, что даже незначительное снижение частоты вращения приводит к существенному уменьшению потребляемой энергии.

Применение в системах отопления

В системах отопления насосы с переменной частотой вращения используются для регулирования расхода теплоносителя в зависимости от тепловой нагрузки здания [4].

Основные преимущества:

- автоматическое поддержание необходимого перепада давления;

- снижение гидравлических потерь;
- уменьшение шума в трубопроводах;
- продление срока службы оборудования.

Особенно эффективно применение таких насосов в системах с переменным расходом, например, при использовании термостатических клапанов.



Рисунок 1 - Принципиальная схема частотным регулированием

Применение в системах вентиляции

В вентиляционных установках насосы применяются в составе водяных калориферов и охладителей. Использование частотного регулирования позволяет:

- изменять расход теплоносителя в зависимости от температуры воздуха;
- оптимизировать работу теплообменников;
- снизить энергопотребление системы.

При переменной нагрузке вентиляции (например, в административных зданиях) применение регулируемых насосов обеспечивает значительную экономию энергии.

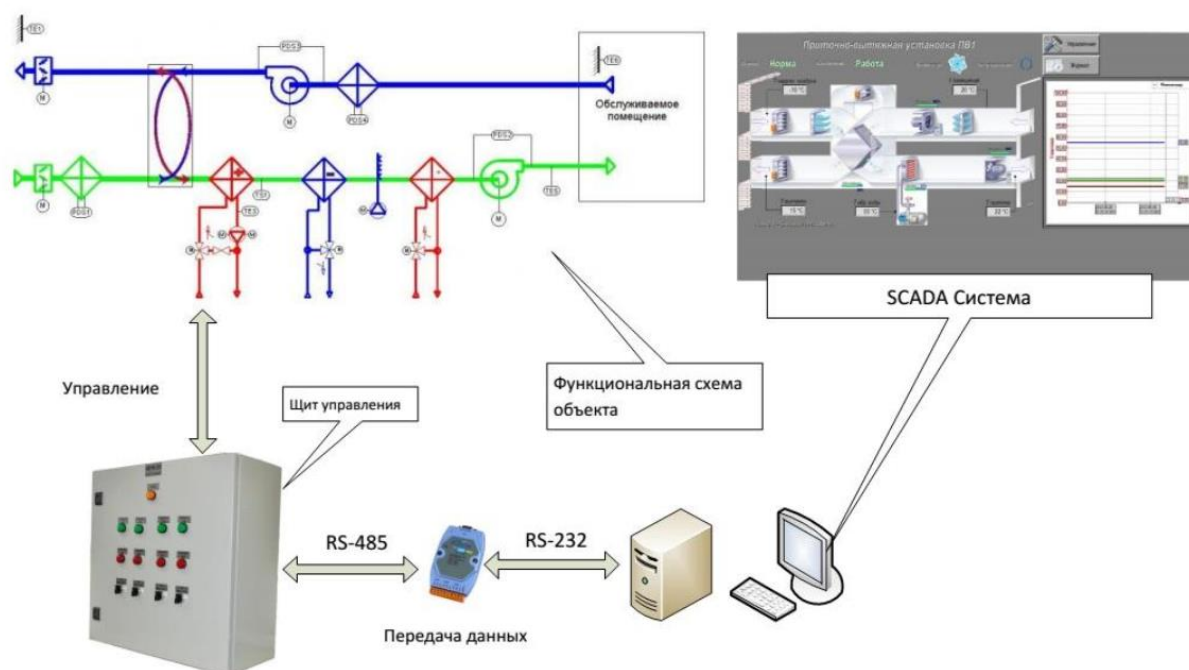


Рисунок 2 - Автоматизированная система приточно-вытяжной вентиляции с передачей данных на верхний уровень

Энергетическая эффективность

Наибольший эффект от применения насосов с переменной частотой вращения достигается при частичной нагрузке системы. В реальных условиях эксплуатация инженерных систем редко происходит на максимальной мощности, что делает использование регулируемых насосов особенно целесообразным.

Экономия электроэнергии может составлять от 20 до 50% по сравнению с насосами с постоянной скоростью.

Дополнительный эффект достигается за счет:

- уменьшения пусковых токов;
- снижения износа оборудования;
- оптимизации гидравлических режимов.

Система автоматизации

Насосы с частотным регулированием являются важной частью автоматизированных систем управления инженерными сетями.

Они позволяют реализовать:

- поддержание заданного давления или расхода;
- погодозависимое регулирование;
- интеграцию с системами диспетчеризации;
- дистанционный контроль параметров.

Использование таких решений повышает надежность и управляемость систем ТГСиВ.

Экономическая эффективность

Несмотря на более высокую стоимость оборудования, применение насосов с переменной частотой вращения является экономически оправданным.

Срок окупаемости обычно составляет от 1 до 3 лет за счет снижения затрат на электроэнергию и обслуживание.

Дополнительно уменьшаются эксплуатационные расходы, связанные с ремонтом и заменой оборудования.

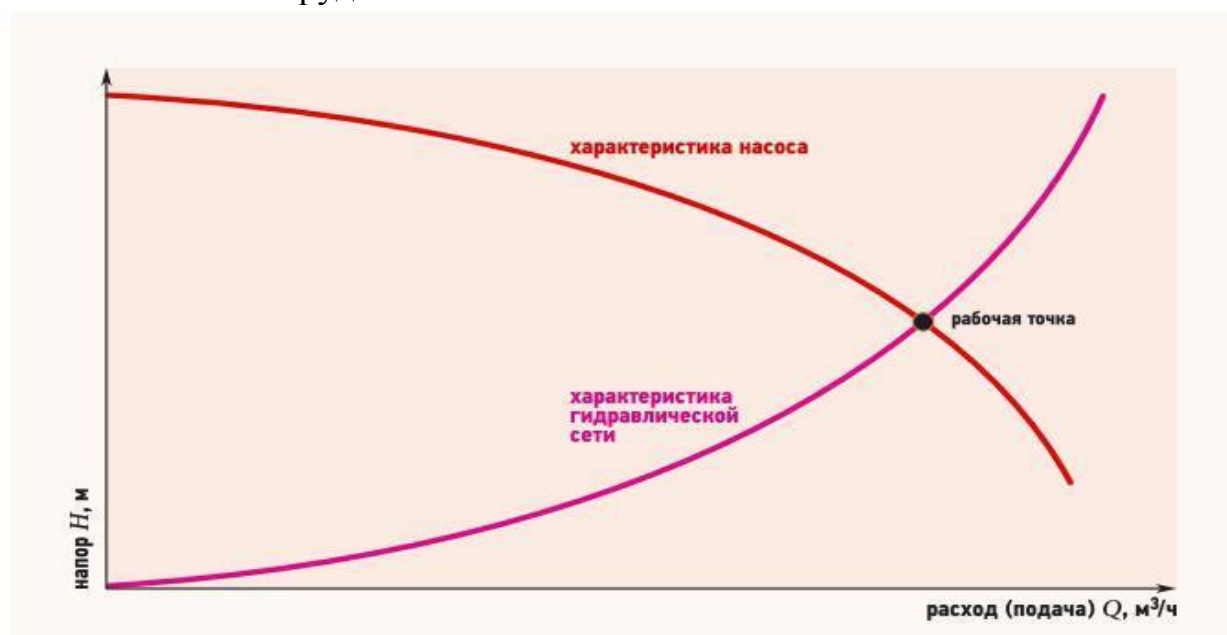


Рисунок 3 - График экономии энергии при регулировании скорости

Заключение. Применение насосов с переменной частотой вращения в системах теплогазоснабжения и вентиляции является эффективным решением, направленным на повышение энергоэффективности и надежности работы инженерных систем.

Использование частотно-регулируемых приводов позволяет адаптировать работу оборудования к текущим условиям эксплуатации, снижая энергопотребление и обеспечивая комфортные параметры микроклимата.

Таким образом, внедрение таких насосов является перспективным направлением развития современных систем ТГСиВ и отвечает требованиям энергосбережения и устойчивого развития.

Таблица 1

Параметр	Насос с постоянной скоростью	Насос с ЧРП
Регулирование	Дросселирование	Изменение частоты
Энергопотребление	Высокое	На 20–50% ниже
Износ оборудования	Повышенный	Сниженный
Уровень шума	Выше	Ниже
Гибкость работы	Ограниченная	Высокая
Стоимость	Ниже	Выше

Список источников

1. Наумова О.В., Катков Д.С. Энергосберегающие технологии в системах отопления и вентиляции. Учебное пособие, Саратов: ООО «Кубик», 2022, 108с.
2. Чесноков Б.П., Спиридонова Е.В., Кирюшатов А.И. Повышение энергоэффективности инженерных систем отопления, вентиляции и теплоснабжения. Основы проектирования и расчёта. Учебное пособие для направления подготовки «Строительство» (профиль «Теплогазо-снабжение и вентиляция») для студентов всех форм обучения ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». ООО «Амирит» Саратов, 2015.
3. Гасанова О.Т. Современные тенденции проектирования энергоэффективных систем отопления / О.Т. Гасанова, Е.Ю. Микерова, В.Н. Егорова // Основы рационального природопользования. Материалы VIII Национальной конференции с международным участием. Саратов, 2022. С. 139-143.
4. Наумова О.В. Энергоэффективность в современных системах отопления / О.В. Наумова, Ю.А. Орлова, Р.А. Исхаков // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. СГТУ. 2021. С. 230-234.

© Наумова Д.Ю., Фролов М.С., 2026

СТЕКЛОФИБРОБЕТОН В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Анастасия Владимировна Нефедова¹

Татьяна Васильевна Федюнина²

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

¹nefedova@mail.com

²t.fediunina2010@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены тенденции возникновения стеклофибробетона, его технические характеристики, а также преимущества и недостатки перед другими строительными материалами. Приведены примеры строительных объектов с использованием стеклофибробетона.

Ключевые слова Стеклофибробетон, стекловолокно, фасад, армирование, архитектурный декор

Для цитирования: Нефедова А.В., Федюнина Т.В. Стеклофибробетон в строительстве // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.94

Review article

GLASS-FIBER CONCRETE IN CONSTRUCTION

Anastasia Vladimirovna Nefedova¹

Tatiana Vasilievna Fediunina²

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

¹nefedova@mail.com

²t.fediunina2010@yandex.ru

Abstract. The article discusses the trends in the development of fiberglass concrete, its technical characteristics, as well as its advantages and disadvantages compared to other building materials. Examples of construction projects using fiberglass concrete are provided.

Keywords Fiberglass concrete, fiberglass, facade, reinforcement, architectural decor

For citation: Nefedova A.V., Fedyunina T.V. Glass Fiber Concrete in Construction // Modern Problems and Prospects of Construction, Heat and Gas Supply, and Energy Supply: Proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026, p.94

Сегодня существенно изменились и возросли требования к строительству современных жилых домов – как городских, загородных, так и общественных зданий. Привлекательность и архитектурные изыски фасадов стали своеобразными веяниями современности. Широко развиваются работы по реконструкциям исторических зданий.

Для получения эффекта при строительных и фасадных работах необходимы новые технологии и инновационные материалы. Одним из таких унифицированных материалов стал стеклофибробетон (или стеклофиброцемент, фибробетон, сфб), получивший признание строителей и архитекторов во многих сферах строительства и благоустройства.

В начале прошлого века учёными был разработан новый материал – стекловолокно, и для его упрочнения и более широкого применения были начаты исследования по его армированию. Самым простым материалом в качестве арматуры был металл, но он снижал изначальные характеристики стекловолокна, терял он свои свойства и в среде щелочной песчано-цементной смеси. В РФ до войны были начаты работы по использованию стекловолокна в матрице из бетона, но широкого применения разработки не получили. И только в конце 70-х в Англии учёные попробовали добавить в стеклянное волокно диоксид циркония, и получили стойкое к воздействию щёлочи фиброволокно, которое и стало основой стеклофибробетона [2].

Уникальность нового материала первыми отметили в Англии, затем его взяли на вооружение в европейских странах и США. Стеклофибробетон стал широко использоваться в качестве архитектурного декора для фасадов, а американские строители и архитекторы применяли его в виде отделочных плит для высоток [1].

Развитие производства и использование изделий, элементов фасадов в России началось с разработок в НИИЖБ и МНИИТЭП, и введения в действие официальной базы нормативов, например, ведомственного СНиПа «Проектирование и основные положения технологий производства фибробетонных конструкций» в 1997 году. Кроме того, использование инновационного оборудования для изготовления изделий из этого материала дало возможность выпускать их с очень высоким качеством.

В России британский архитектор Заха Хадид создала нечто интересное, сильно отличающееся от типовой архитектуры даже по современным меркам. В отделке бизнес-центра на юго-востоке Москвы в районе Дубровки – «Пересвет-Плаза» – изначально был запроектирован отделочный стеклофибробетон, который был произведен и успешно смонтирован в 2014 году в интерьере и на фасаде (рис.1).



Рисунок 1 – Карниз из стеклофибробетона

В 2017 году стеклофибробетон был использован в качестве основного материала для изготовления бионического фасада в проекте реализации фасада медиа-центра в ландшафтном проекте «Зарядье». Общий объем наносимого стеклофибробетона по принципу торкрет-технологии достиг 1000 м кв. Сложные бионические формы на подготовленные металлические сетчатые поверхности были нанесены в несколько слоев. Максимальная толщина слоя – 50 мм. Финишным слоем служила выравнивающаяся специализированная штукатурка и краска (рис.2).



Рисунок 2 – Медиа-центр в парке «Зарядье»

Рассмотрим технические характеристики стеклофибробетона (табл.1).

Таблица 1 – Технические характеристики стеклофибробетона

Характеристика	Пределы значений
Плотность (сухая)	1700-2250 кг/м ³
Ударная вязкость по Шарпи	1,1-2,5 кг·мм/мм ²
Прочность при сжатии	490-840 кг/см ²
Предел прочности на растяжение при изгибе	210-320 кг/см ²
Модуль упругости	(1,0-2,5)·104 МПа
Прочность на осевое растяжение:	-условный предел упругости 28-70 кг/см ²
	-предел прочности 70-112 кг/см ²

Удлинение при разрушении	(600-1200)·10 ⁻⁵ или 0,6-1,2%	
Сопротивление срезу:	-между слоями 35-54 кг/см ²	
	-поперек слоев 70-102 кг/см ²	
Коэффициент температурного расширения	(8-12)·10 ⁻⁶ °C ⁻¹	
Теплопроводность	0,52-0,75 Вт/см ² ·°C	
Водонепроницаемость по ГОСТ 12730	W6-W20	
Коэффициент фильтрации	10-8-10-10 см/с	
Морозостойкость по ГОСТ 100600	F150-F300	
Огнестойкость	Выше огнестойкости бетона	
Сгораемость	Не горит	
Звукопоглощение при толщине 15 мм	125 Гц	27 дБ
	250 Гц	30 дБ
	500 Гц	35 дБ
	1000 Гц	39 дБ
	2000 Гц	40 дБ

Такие технические характеристики позволяют применять стеклофибробетон в различных климатических условиях без риска потери его эксплуатационных свойств. В дополнение к своему основному предназначению материал, также, будет неплохим утеплителем и шумоизолятором [2].

Чтобы знать преимущества стеклофибробетона, необходимо сравнить его с подобными строительными материалами. Основной его «конкурент» – это железобетонные конструкции.

Итак, железобетонная конструкция состоит из цемента, песка и металлической арматуры. Чтобы защитить арматуру от воздействия влаги и коррозии, технологические габариты железобетонного блока увеличивают. В дополнение к тяжелой металлической арматуре еще прибавляется вынужденный лишний вес блока. То есть, по своему весу железобетонный блок будет тяжелее стеклофибробетона. Следовательно, укладка таких блоков требует большего вовлечения спецтехники и рабочей силы.

В стеклофибробетоне в качестве армирующего материала выступает щелочестойкое либо обычное стекловолокно. В блоке стеклянные волокна имеют маленькое сечение и большую длину. Это дает возможность, при маленьком весе блока стеклофибробетона, значительно увеличить его прочность.

Если сравнивать с обычным бетоном, здесь прочностные характеристики стеклофибробетона будут, примерно, такими – ударная прочность в 10-15 раз выше, прочность на растяжение/изгиб в 4-5 раз. Все показатели говорят о преимуществе данного материала над обычным бетоном и железобетонными конструкциями.

К тому же, СФБ очень легко принимает различную архитектурную форму. С его помощью можно быстро создать как простые, так и сложные многоуровневые композиционные декорации.

Как и у любого строительного материала у стеклофибробетона имеются свои недостатки. Он затвердевает быстрее бетона, поэтому его нужно

укладывать быстро. Также готовые изделия из данного материала стоят дороже, чем его аналоги.

Долговечность эксплуатации СФБ зависит от его состава и назначения. Например, если материал будет применяться для возведения фундамента, в качестве армирующего материала необходимо использовать щелочестойкое стекловолокно [2].

Таким образом, данный материал имеет колоссальный потенциал применения и значительное преимущество перед похожими строительными материалами.

Список источников

1. Стеклофибробетон – надежный материал с большим художественным потенциалом. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://archi.ru/tech/news_53822.html

2. Преимущества и области применения стеклофибробетона. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://libeton.ru/vidy/steklofibrobeton.html>

© Нефедова А.В., Федюнина Т.В., 2026

Обзорная статья
УДК 628.315.1

РЕКОНСТРУКЦИЯ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАТЕГОРИИ «СРЕДНИЕ»

**Ильшат Рифатович Нургалиев ¹,
Лилия Рахимзяновна Хисамеева ²**

^{1,2}Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г.Казань, Россия

¹ilchat2004nizhniy@gmail.com

²khisameeva_liliya@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы реконструкции канализационных очистных сооружений с применением современных технологий для повышения эффективности очистки сточных вод и обеспечения их соответствия экологическим стандартам.

Ключевые слова: реконструкция, биологические очистные сооружения, технологическая схема, средние очистные сооружения.

Для цитирования: Нургалиев И.Р., Хисамеева Л.Р. Реконструкция канализационных очистных сооружений категории «Средние» // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.98

RECONSTRUCTION OF CATEGORY "MEDIUM" SEWER TREATMENT FACILITIES

**Ilshat Rifatovich Nurgaliev¹,
Liliya Rakhimzyanovna Khisameeva²**

^{1,2}Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation

¹ilchat2004nizhniy@gmail.com

²khisameeva_liliya@mail.ru

Abstract. The article discusses the reconstruction of sewage treatment facilities using modern technologies to improve the efficiency of wastewater treatment and ensure compliance with environmental standards.

Keywords: reconstruction, biological treatment facilities, technological scheme, medium-sized treatment facilities.

For citation: Nurgaliev I.R., Khisameeva L.R.. Reconstruction of category "Medium" sewer treatment facilities // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation– Saratov: Vavilov University, 2026, p.98

Для выбора оптимального метода реконструкции очистных сооружений, важно учитывать различные технологии, их эффективность, затраты на внедрение и эксплуатацию, а также экологические преимущества. Неправильная работа старых систем может приводить к негативным социальным последствиям, включая ухудшение качества воды и здоровья населения, что в свою очередь увеличивает затраты на здравоохранение и снижает экономическую активность в регионах с высоким уровнем загрязнения.

Классификация канализационных очистных сооружений (КОС) является определяющим фактором для выбора технологической схемы и их проектных параметров. К категории «Средние» относятся станции с производительностью от 4 000 до 10 000 м³/сутки [1]. Это наиболее массовая и широко распространённая группа объектов, для которой характерен специфический подход к проектированию, находящийся на стыке двух принципов: с одной стороны, требуется обеспечить высокую технологическую эффективность, свойственную крупным станциям, с другой - сохранить экономическую целесообразность и гибкость эксплуатации, присущую малым сооружениям.

Проектирование КОС средней мощности регулируется сводом правил СП 32.13330 и специализированными стандартами [2]. В 2025 году введен в действие ГОСТ Р 72174-2025, который устанавливает требования к расчету сооружений именно сверхмалой, малой, небольшой и средней мощности, что

подчеркивает актуальность выделения этих категорий в отдельный предмет нормирования. Так как система водоотведения малых и средних населенных пунктов характеризуется: высокой суточной неравномерностью поступления стоков; залповыми выбросами загрязнений и специфическим биохимическим составом, обусловленных деятельностью предприятий, находящихся на территории населенного пункта и сбрасывающих свои стоки в систему канализации; более низкими температурами сточных вод в зимний период; низкой концентрацией органических загрязнений [3].

Для станций средней мощности разработка основных технических решений (ОТР) является обязательной. Этот этап предшествует основной разработке проектной документации и позволяет: провести анализ и обработку исходных данных по объекту; выполнить технико-экономическую проработку и сравнение различных вариантов технологических схем и конструктивных решений; определить оптимальную конфигурацию и параметры сооружений для конкретных условий.

Исследование текущих условий очистных сооружений является критически важным этапом в процессе их реконструкции. Процесс включает в себя несколько ключевых аспектов, которые должны быть тщательно проанализированы. Необходимо провести подробное обследование существующих сооружений для определения их состояния. Включает оценку состояния оборудования, трубопроводов, резервуаров и других компонентов системы. Важным аспектом является выявление изношенных и устаревших элементов, требующих замены или модернизации. Сбор и анализ данных о текущей производительности системы, включая объемы и качество очищаемых сточных вод, энергетические затраты, использование химических реагентов и частоту технического обслуживания. Данные помогут выявить узкие места в процессе очистки и определить направления для улучшения.

Для сооружений средней мощности применяются специализированные методики расчета. Это касается как механической очистки (расчет усреднителей, решеток, песколовков), так и, в особенности, биологической очистки. Современные подходы предполагают использование математического моделирования и расчет с учетом кинетики биохимических процессов, а не только по укрупненным показателям нагрузки. Как и для любых других КОС, важным аспектом является рациональная компоновка площадки, обеспечивающая минимизацию протяженности коммуникаций и удобство обслуживания. Степень резервирования оборудования (например, насосов, воздуходувок) для станций средней мощности обычно ниже, чем для крупных, но выше, чем для малых, что напрямую влияет на итоговую стоимость проекта.

Реконструируемые канализационные очистные сооружения (далее КОС) г.Михайловка предназначены для очистки хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод, поступающих в централизованную систему водоотведения города, и сточных вод неканализованного населения города и промпредприятий, поступающих от проектируемой сливной станции, а также

дождевых и хозяйственно бытовых сточных вод с площадки очистных сооружений.

Режим работы КОС – круглосуточно, круглогодично.

Качество очистки сточных вод – сброс в реку Медведица, для которой определены показатели качества сброса водного объекта категория Б.

Величины технологических показателей наилучших доступных технологий (НДТ), установленные для сооружений «Средние» при сбросе в реку категории Б, определены приложением 2 [1] и приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Технологические показатели КОС

Загрязняющие вещества	Среднегодовые значения концентрации загрязняющих веществ не более, мг/л	Максимальное значение в точечной разовой пробе, с учетом рекомендации приложения В.5 ИТС10-2019, мг/л, не более
Взвешенные вещества	15	30
ХПК	80	104
БПК ₅	10	17
Азот аммонийный солей	1,5	4,5
Азот нитратов	12	18
Азот нитритов	0,25	0,75
Фосфор фосфатов	1,5	3

Задачей КОС г. Михайловка является очистка сточных вод до уровня технологических показателей НДТ, а также обеспечить необходимые санитарно-гигиенические требования к обеззараживанию очищенных сточных вод и осадков.

Структурная схема очистки сточных вод представлена на рисунке 1.

Реконструкция сооружений выполняется пусковыми комплексами с учетом обеспечения бесперебойности работы действующих очистных сооружений на весь период реконструкции.

Первый пусковой комплекс реконструкции включает: строительство главной канализационной станции (ГКНС); строительство здания механической очистки и обезвоживания; илонакопителя; строительство камеры переключения потоков; строительство первичных отстойников (горизонтальные, многоконусные); строительство резервуара сырого осадка; строительство здания хлораторной; строительство насосной станции очищенного стока; реконструкция вторичных отстойников; строительство иловой насосной станции; строительство сливной станции; строительство наружных инженерных сетей и сооружений на них; строительство временных сетей для подключения к действующим очистным сооружениям.

Второй этап включает в себя строительство: усреднителя; блока распределения потоков; реконструкция аэротенков (коридорные, секционные); наружных инженерных сетей и сооружений на них; демонтаж зданий и сооружений.

Исходные сточные воды от существующей КНС, которая размещена за территорией очистных сооружений, с помощью устройства камеры переключения, подключается новая линия очистки сточных вод. Учет количества поступающих на очистку сточных вод производится при помощи электромагнитного расходомера потока сточных вод. Для перехода в самотечный режим на сети устанавливается колодец гашения напора.

По новой линии очистки сточные воды поступают в проектируемую ГКНС и далее подаются погружными насосами на камеру переключения, от которой прокладывается временная сеть на существующую приемную камеру, на время строительства цеха механической очистки и обезвоживания. После ввода цеха в эксплуатацию сточные воды поступают на комбинированную установку механической очистки, которая оборудована механической шнековой решеткой. Далее предварительно очищенная вода направляется в аэрируемую горизонтальную песколовку, подвод воздуха в которую обеспечивается мини-компрессором. За счет системы непрерывной крупнопузырчатой аэрации частицы крупнее 200 мкм осаждаются на дно, а нефтепродукты и легкие взвеси всплывают, удаляясь скребковым механизмом жиросъемщика. Осевший песок и минеральные примеси транспортируются горизонтальным шнеком в приямок, откуда наклонный шнековый транспортер производит его выгрузку. Обезвоженный и отмытый песок собирается в контейнеры. Предусмотрена подача промывной воды технического качества к песколовкам. Учет количества поступающих на очистку сточных вод производится в колодце.

Сточные воды, прошедшие сооружения грубой механической очистки, поступают по лотку в камеру переключения. Далее стоки самотеком по лотку направляются в распределительный канал первичных горизонтальных отстойников. В первичных отстойниках происходит осаждение взвешенных веществ. Сырой осадок (СО) оседает в конические днища, откуда периодически удаляется системой эрлифтов, подача воздуха к ним осуществляется вихревыми воздухоподъемниками из здания мехочистки и обезвоживания, а далее осадок по сборному лотку и трубопроводу направляется в резервуар сырого осадка. Первичные горизонтальные отстойники, устраиваются на месте существующего первичного радиального отстойника, диаметром 30м. Осветленная сточная вода собирается в единый сборный канал и отводится через узел щитовых затворов в сборный лоток, где предусмотрена камера переключения для подачи стока в существующий распределительный канал радиального отстойника с последующей подачей в распределительный лоток аэротенка. Опорожнение первичного отстойника производится вначале эрлифтами, затем с помощью погружного насоса.

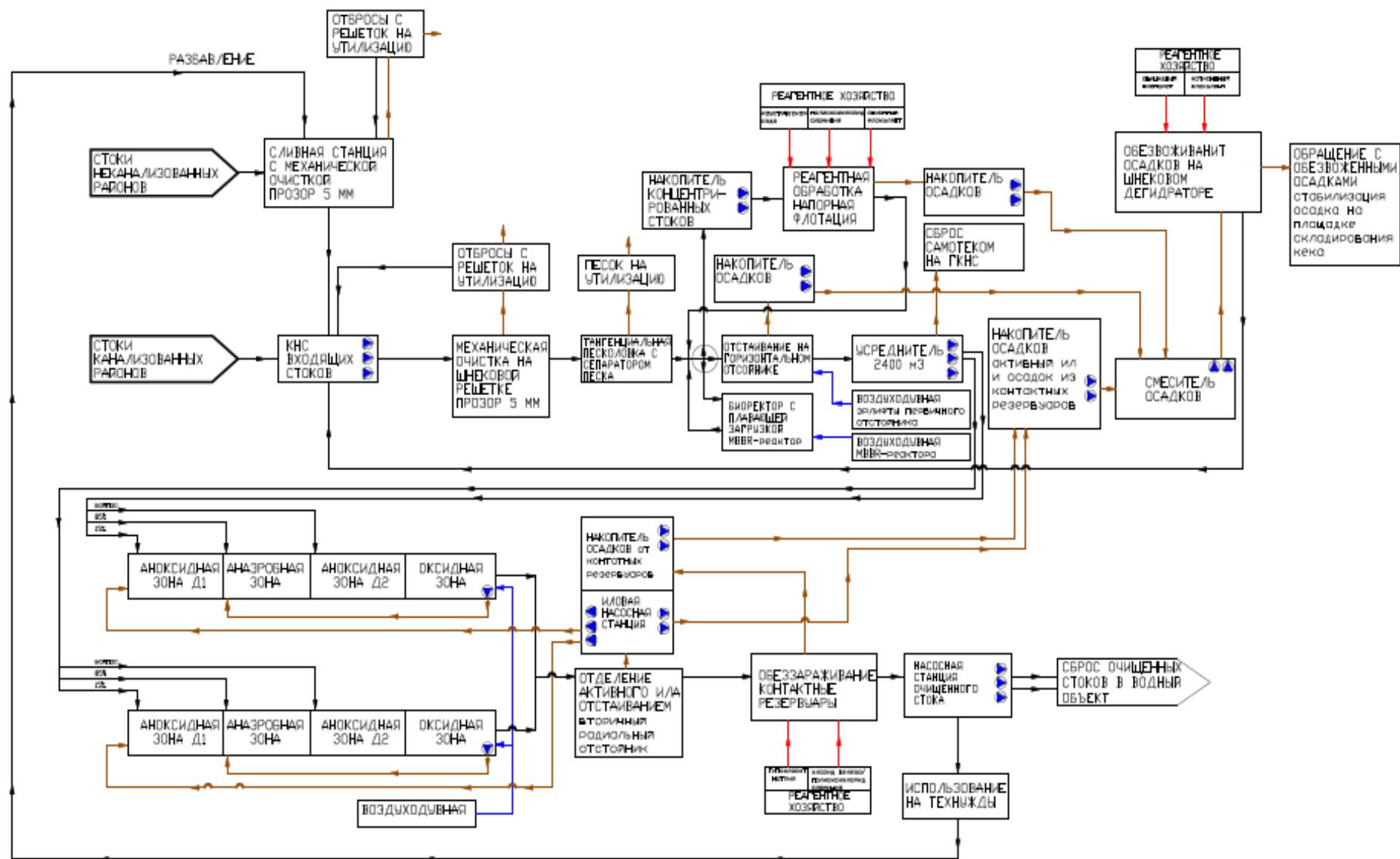


Рисунок 1- Структурная схема очистки сточных вод

После первичного отстаивания сточные воды самотеком поступают в усреднитель (реконструкция и переоборудование одного существующего первичного радиального отстойника). Усреднитель представляет собой сооружение, обеспечивающее возможность равномерной подачи сточных вод с усредненной концентрацией на дальнейшую очистку. В усреднителе происходит смешение сточных вод различной концентрации, поступивших в течение периода колебания концентраций. При этом концентрации загрязнений будут выравниваться тем полнее, чем лучше поступающая сточная вода будет перемешиваться в усреднителе. Опорожнение усреднителя осуществляется в главную насосную станцию, через сухой колодец, в котором устанавливается шиберный затвор с электроприводом.

Для возможности регулирования подачи сточных вод на аэротенк и контроля количества сточных вод, предусмотрена одна камера переключения и две камеры переключения блока биологической очистки.

В основе технологии, примененной в биореакторе, лежит процесс биологического удаления азота и фосфора Johannesburg (JNB-процесс) (рисунок 1), с добавлением реагента для гарантированного удаления фосфора [4,5].

Осветленная и усредненная сточная вода от усреднителя распределяется с помощью регулируемых задвижек в камере переключения блока биологической очистки на три потока, один из которых, меньший, направляется в отделение денитрификации возвратного ила биореактора (так называемое отделение Д1), другой, больший – в анаэробное отделение. Также предусмотрен третий байпасный трубопровод для всего потока сточной воды в обход двух данных отделений биореактора.

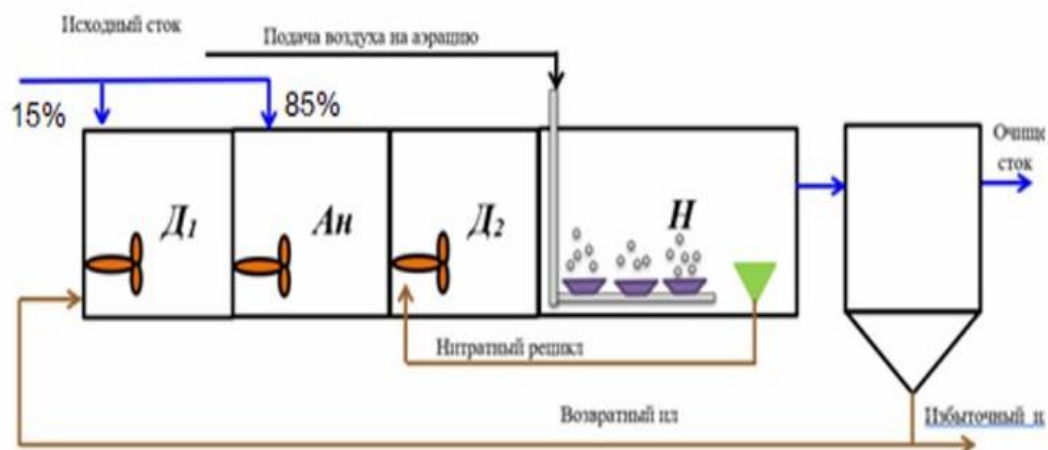


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема очистки сточной воды с биологическим удалением азота и фосфора по процессу Johannesburg:

Ан – анаэробная зона, Д1 – зона денитрификации возвратного ила, Д2 – вторая отдельная зона денитрификации, Н – зона нитрификации (зона аэрации)

Требуется реконструкция и попеременное переоборудование существующих 2 секций четырехкоридорного аэротенка. При помощи возведения перегородок требуется выделить 4 зоны: денитрификации Д1,

анаэробная, денитрификации Д2, нитрификации. Зона нитрификации оборудуется системой донной аэрации и датчиком кислорода. В отделение денитрификации Д1 погружными насосами перекачивается поток возвратного активного ила от вторичных отстойников. Иловая смесь в них поддерживается во взвешенном состоянии с помощью погружных мешалок.

Иловая смесь, прошедшая предварительную денитрификацию в зоне Д1, поступает в анаэробное отделение биореактора, куда также поступает основной поток сточных вод. Иловая смесь в данной зоне поддерживается во взвешенном состоянии с помощью погружных мешалок. Далее поток сточных вод поступает в аноксидную зону (зона Д2), в которой с использованием в основном легкоокисляемой органики происходит денитрификация, затем иловая смесь поступает в аэробную зону, в которой происходит процесс нитрификации. В этой зоне расположена основная дисковая мембранная система аэрации. Для поддержания иловой смеси во взвешенном состоянии в зоне Д2 используются погружные мешалки. На некотором расстоянии от конца аэробной зоны установлены насосы рециркуляции иловой смеси один рабочий, в начало зоны денитрификации Д2. Данным насосом осуществляется нитратный рецикл. В конце зоны нитрификации расположена зона интенсивной аэрации перед вторичными отстойниками, что имеет своей целью более глубокое насыщение иловой смеси кислородом во избежание роста концентраций азота нитритов и фосфора фосфатов при илоразделении.

Затем иловая смесь поступает в трубопровод и по нему – в существующую распределительную камеру вторичных отстойников. Из камеры иловая смесь распределяется по вторичным радиальным отстойникам (реконструкция и переоборудование двух существующих вторичных радиальных отстойников), диаметром 30 м. Во вторичных отстойниках происходит отделение активного ила. Очищенная вода через переливные кромки поступает в сборные лотки и поступает в трубопровод, подводящий ее в существующую ж/б камеру распределения контактных резервуаров.

В конструкции радиальных отстойников требуется устройство илоскреба. Осевший на дно отстойников активный ил удаляется гидростатически. Под напором столба жидкости во вторичном отстойнике активный ил поступает в приемную камеру иловой насосной станции. По заданным настройкам включаются насосы, перекачивающие возвратный активный ил на вход отделения денитрификации возвратного ила (Д1) биологического реактора, либо насосы, перекачивающие избыточный активный ил в резервуар избыточного ила. Резервуар избыточного ила представляет собой часть здания предочистки и механического обезвоживания. Из резервуара избыточного ила шнековыми поверхностными насосами осуществляется периодическая откачка заданного количества избыточного активного ила в шламонакопительную емкость, расположенную в здании предочистки и механического обезвоживания.

Для обеспечения необходимой глубины удаления фосфора в дополнение к биологическому удалению предусматривается применение дополнительного

реагентного осаждения фосфора, которое заключается в симультанном (совместном) осаждении. Для этого в существующую ж/б камеру распределения контактных резервуаров происходит дозирование реагента (коагулянта) в виде 17%-го раствора полиоксихлорида алюминия, поставляемого в готовом виде. Подача рабочего раствора реагента предусмотрена дозирующим насосом из расходного бака, расположенного в проектируемом здании хлораторной [5].

Завершающим этапом доочистки принято обеззараживание сточных вод. Обеззараживание сточной воды предусмотрено с использованием хлорреагентов. Для этого в существующую ж/б камеру распределения контактных резервуаров происходит дозирование гипохлорита натрия дозирующим насосом из расходного бака, расположенного в здании хлораторной.

После обеззараживания на контактных резервуарах вода направляется в проектируемую насосную станцию очищенных стоков. Вода поступает в приемный резервуар насосной станции очищенных стоков, откуда при помощи центробежных насосов сухого исполнения устраивается разделение основного потока очищенных сточных вод на 2 действующие напорные линии для подачи сточных вод в р.Медведица. Техническая вода (промывная вода, вода для доразбавления), требуемая на каждом этапе работы КОС, по системе трубопроводов насосами сухого исполнения с электромагнитным расходомером подается из проектируемой насосной станции очищенного стока.

Осадки, подлежащие обезвоживанию, накапливаются в двух отдельных резервуарах. Их не следует смешивать во избежание выделения биологически связанного фосфора в присутствии высокой концентрации ЛЖК в сыром осадке, даже в условиях аэрации. Поэтому для избежания длительного контакта двух видов осадков, шламонакопительная емкость предусматривается небольшого объема. В случае аварийной ситуации предусматривается трубопровод подачи осадка на существующие иловые площадки.

Для обезвоживания осадков применен шнековый пресс с флокуляционным баком. Подача осадков на пресс осуществляется шнековыми насосами из шламонакопительной емкости в подающий трубопровод, куда также подается раствор флокулянта от узла его приготовления и дозирования. Для приготовления раствора флокулянта используется автоматическая трехкамерная станция приготовления флокулянта и шнековый насос-дозатор. С целью дезинвазии осадков в процессе обезвоживания предусмотрена подача раствора Тиазона из станции овицидного препарата с мешалкой и дозировочным мембранным насосом.

Обезвоженная смесь осадков (кек) после шнекового пресса через шнековый транспортер выгружается в автотранспорт самосвального типа или тракторную тележку для последующего вывоза на площадку складирования кека, либо в согласованные места. Площадки складирования кека обустроятся с водонепроницаемым основанием. Фугат от обезвоживания поступает в ГКНС или в смесительную камеру.

В ГКНС также поступают хозяйственно-бытовые сточные воды внутримплощадочной сети К1 и разбавленные ЖБО от сливной станции.

Строительство сливных станций в малых населенных пунктах необходимо, так как канализационные очистные сооружения, очистка в которых происходит при помощи биологических бактерий, не готовы к принятию жидких бытовых отходов от септиков, накопительных емкостей разного характера и выгребных ям. Основная причина в том, что в них содержится крайне много загрязняющих элементов и существенный недостаток воды. Здесь содержатся камни, различный бытовой мусор, которые необходимо уловить и измельчить перед сбросом в городской коллектор. То есть подобные стоки должны пройти подготовку. Для этого их необходимо предварительно очистить механическим путем и разбавить технической водой до нужной консистенции. Это позволит избавить городской коллектор от засорения и не повредит насосы в канализационных насосных станциях [6].

Вывод. Проектирование КОС средней производительности - это ответственная инженерная задача, требует комплексного подхода, строгого соблюдения обновляющихся нормативных требований и применения актуальных методик расчета. Ключевые особенности заключаются в обязательности этапа разработки ОТР, необходимости поиска экономически и технологически сбалансированных решений, а также в применении современных методов математического моделирования для оптимизации процессов очистки. Это обеспечит высокое качество очищенной воды, повысит эффективность работы систем и снизит экологическое воздействие, что способствует устойчивому развитию и защите окружающей среды.

Список источников

1. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 10-2019. Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов.
2. СП 32.13330.2018. Канализация. Наружные сети и сооружения.- М.: Минрегион России, 2018. – 91с.
3. Федорова, Т. П. Современные решения, принимаемые при реконструкции малых очистных сооружений / Т. П. Федорова, Л. Р. Хисамеева // 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. 155-162. – EDN USPUCW.
4. Эффективная эксплуатация и расчет сооружений биологической очистки сточных вод / О. В. Харькина. Волгоград: Панорама, 2015.- 43.
5. Д.А. Данилович, А.Н. Эпов «Расчет и технологическое проектирование процессов и сооружений удаления азота и фосфора из городских сточных вод» - Москва, 2020. -225 с.

6. Корсакова, В. П. Прием в канализацию жидких бытовых отходов от сливных станций / В. П. Корсакова // Эффективные технологии в области водоподготовки и очистки в системах водоснабжения и водоотведения: Материалы V Всероссийской студенческой научно-практической конференции, Волгоград, 20–21 марта 2025 года. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2025. – С. 79-81. – EDN AQXGRW.

© Нургалиев И.Р., Хисамеева Л.Р. 2026

Научная статья
УДК 62-784.221

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФАКЕЛЬНОГО ВЫБРОСА ПРИ РАССЕИВАНИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ

Наталья Николаевна Осипова¹,
Виктория Сергеевна Макеева²

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

¹osnat75@mail.ru

²makeeva.v669@yandex.ru

Аннотация. Получены конструктивные характеристики элементов факельного выброса и высота подъема вредностей над устьем насадка в зависимости от количества удаляемого воздуха, скорости движения воздуха в устье выброса и диаметра воздухопровода вытяжной вентиляции.

Ключевые слова: факельный выброс, насадок, конфузор, линейные размеры, высота подъема струи

Для цитирования: Осипова Н.Н., Макеева В.С. К определению основных конструктивных параметров факельного выброса при рассеивании вредных веществ в атмосфере // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.108

Original article

TO DETERMINING THE MAIN DESIGN PARAMETERS OF FLARE EMISSIONS DURING THE DISPERSION OF HARMFUL SUBSTANCES IN THE ATMOSPHERE

Nataliya Nikolaevna Osipova¹,
Victoria Sergeevna Makeeva²

Abstract. The design characteristics of flare elements and the height of harmful emissions above the nozzle mouth are determined depending on the amount of air removed, the air velocity at the nozzle mouth, and the diameter of the exhaust ventilation duct.

Keywords: flare, nozzle, confuser, linear dimensions, jet lift height

For citation: Osipova N.N., Makeeva V.S. To determine the main design parameters of a flare emission during the dispersion of harmful substances in the atmosphere // Current Problems and Prospects for the Development of Construction, Heat, Gas, and Energy Supply: Proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026, p.108

Введение. Системы вытяжной вентиляции в промышленном здании при удалении воздуха из помещения должны обеспечивать локализацию вредных веществ и их организованный вывод за пределы помещений [1, 2]. Обычно высоту выброса над кровлей регулируют высотой трубы и скоростью перемещения вытяжного воздуха [3]. В тоже время увеличение высоты трубы может привести к парусности конструкции и ее разрушению, дополнительным мероприятиям по укреплению конструкции, что связано с увеличением материальных вложений в систему [4]. Увеличение скорости на выходе из вентилятора более 10 м/с при движении воздуха вверх, согласно ГОСТ 24857, приводит к формированию условий факельного выброса с последующим рассеиванием загрязненного воздуха. Рассеиванием загрязненного воздуха в атмосфере занимались отечественные и зарубежные ученые Ключин С.А. [3], Молчанов Б.С. [4], Шафранов Б.В. и др. [5], K. Essa [6], Tirabassi T. [7], Pereira L. and et. al [8] и другие. Были исследованы аспекты выбросов вентиляционного воздуха различных предприятий в окружающую среду, установлено влияние на струю выходящего воздуха безветренной погоды и наличия ветра, предложены формулы расчета высоты подъема выбрасываемого воздуха над устьем вытяжного отверстия. Авторами установлено, что увеличение скорости выхода воздуха из устья приводит к увеличению дальности струи и подъему загрязняющих веществ на бóльшую высоту. Согласно проведенным исследованиям, Молчановым Б.С. [4], была предложена конструкция факельного выброса вытяжного вентиляционного воздуха, позволяющая увеличить высоту выброса струи в атмосферу и включающая устройство конфузора на основную вентиляционную трубу (воздуховод) и соответствующего ему насадка с регулируемой длиной [4].

В то же время, указанная конструкция не является стандартной и требует изменения основных параметров, таких как длина конфузора, диаметр насадка, и длина насадка в зависимости от количества выбрасываемого в атмосферу воздуха и скорости, формируемой вентилятором в вытяжном воздуховоде, при

выбросе вентиляционного воздуха. Однако номограммы определения таких параметров в известной литературе отсутствуют, что вызывает необходимость проведения дополнительных расчетов и трудоемкость в принятии решений.

Объектом исследования является конструкция факельного выброса.

Задачей исследования является создание номограмм подбора конструктивных элементов факельного выброса при варьировании количества выбрасываемого воздуха в атмосферу, диаметра воздуховода вытяжного воздуха и скорости движения воздуха в воздуховоде.

Методика проведения исследований. Для решения поставленной задачи представлена схема факельного выброса (рис.1).

Принимая во внимание, что рекомендуемый угол раскрытия границ конфузоров для плавного сужения и минимального вихреобразования обычно составляет в размере $12-18^\circ$, сформируем трапецию как показано на рисунке 1, одно из оснований, которой имеет линейный размер D_1 , соответствующий диаметру вытяжного воздуховода, другое имеет линейный размер D_0 , соответствующий диаметру насадка.

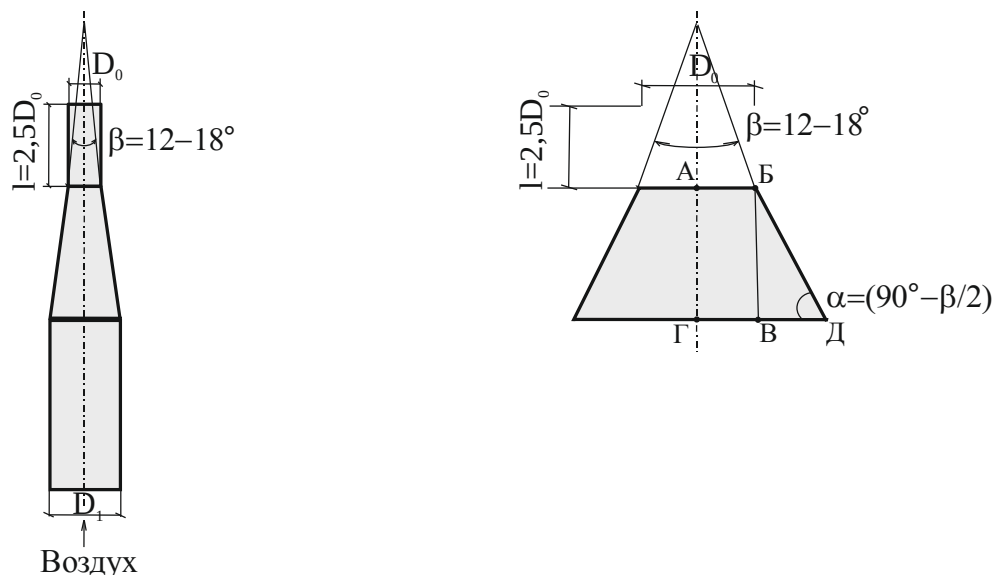


Рисунок 1 - Схема факельного выброса:

D_1 - диаметр трубы; D_0 - диаметр насадка; β - угол сужения трубы

Выполним дополнительные построения. Биссектриса угла β сформирует прямоугольную трапецию $ABDG$, с прямой стороной AG . Линейный размер стороны AG будет формировать необходимую длину конфузора при изменении величин D_1 и D_0 .

Длина конфузора определяется по выражению:

$$AG = (GD - AB) \operatorname{tg} \alpha \quad (1)$$

Подставляя линейные размеры, выраженные в диаметрах, получим:

$$AG = 0,5(D_1 - D_0) \operatorname{tg}(90 - \beta / 2) . \quad (2)$$

В свою очередь, диаметр насадка, определяется, м:

$$D_0 = \frac{4L_B}{3600v_0\zeta(v_0)\pi}, \quad (3)$$

где L_B – количество удаляемого воздуха, м³/ч; v_0 – скорость в насадке факельного выброса, м/с; $\zeta(v_0)$ – коэффициент местного сопротивления конфузора, отнесенный к скорости, формируемой на входе в насадок [9].

В свою очередь, коэффициент местного сопротивления конфузора вычисляется по формуле [9]:

$$\zeta(v_0) = 1 + \left[\frac{1}{0,57 + 0,043 / (1,1 - \frac{v_1}{v_0})} - 1 \right]^2, \quad (4)$$

где v_1 – скорость в вытяжном воздуховоде, отнесённая к диаметру D_1 , м/с.

Высота подъёма вредностей над устьем насадка при отсутствии ветра может быть определена по формуле [4]:

$$h = 2,17v_0D_0. \quad (5)$$

Высота подъёма вредностей над устьем насадка при наличии ветра (расчетная скорость 2,5 м/с) может быть определена по формуле:

$$h = 2,6D_0\sqrt[3]{v_0^2}. \quad (6)$$

Результаты исследования. Согласно представленным формулам (1-6) были проведены расчеты. В расчетах использовались следующие исходные данные:

- скорость в насадке факельного выброса, v_0 , от 10 до 20 м/с;
- количество удаляемого воздуха системой от 1000 до 5000 м³/ч;
- диаметр воздуховода вытяжной вентиляции D_1 от 160 до 500 мм.

Аналитическая обработка и систематизация расчетов позволила получить графическую интерпретацию результатов (рис. 2-7).

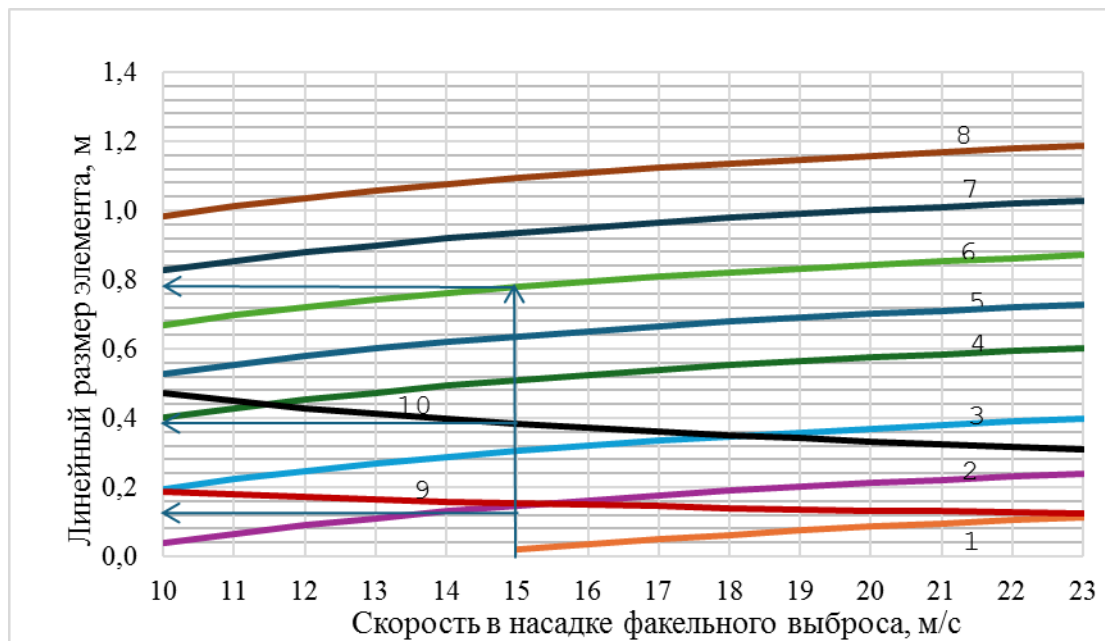


Рисунок 2 - К определению размеров конфузора и насадка факельного выброса при удалении воздуха в размере $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ при диаметре основного вытяжного воздуховода, м: 1 – 0,16; 2 – 0,2; 3 – 0,25; 4 – 0,315; 5 – 0,355; 6 – 0,4; 7 – 0,45; 8 – 0,5; 9 – диаметр насадка, м; 10 – длина насадка, м.

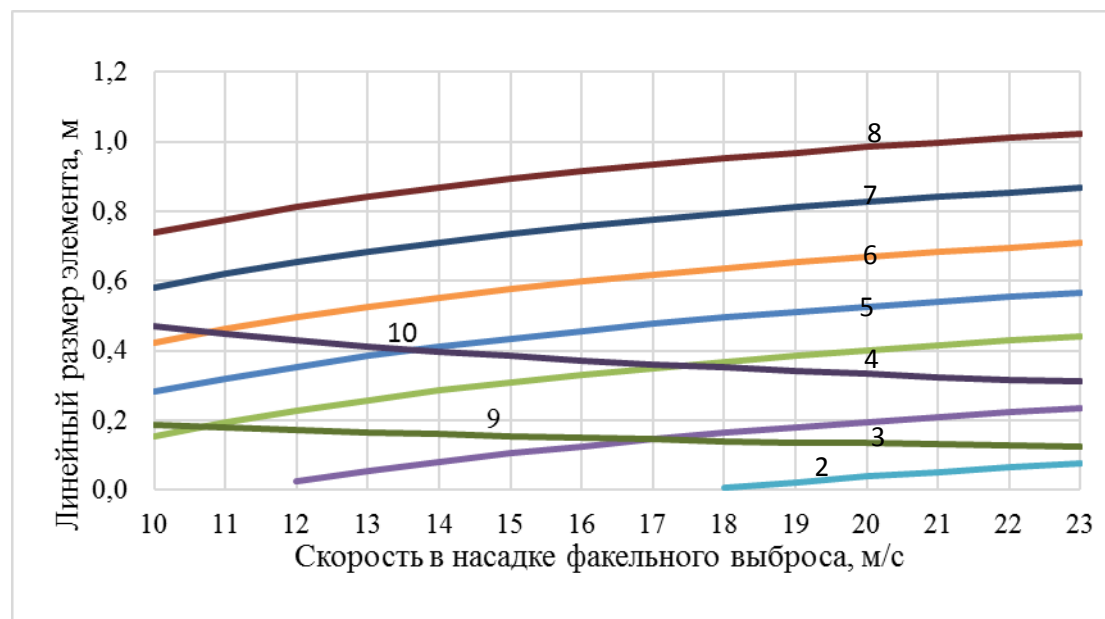


Рисунок 3 - К определению размеров конфузора и насадка факельного выброса при удалении воздуха в размере $2000 \text{ м}^3/\text{ч}$ при диаметре основного вытяжного воздуховода, м: 2 – 0,2; 3 – 0,25; 4 – 0,315; 5 – 0,355; 6 – 0,4; 7 – 0,45; 8 – 0,5; 9 – диаметр насадка, м; 10 – длина насадка, м.

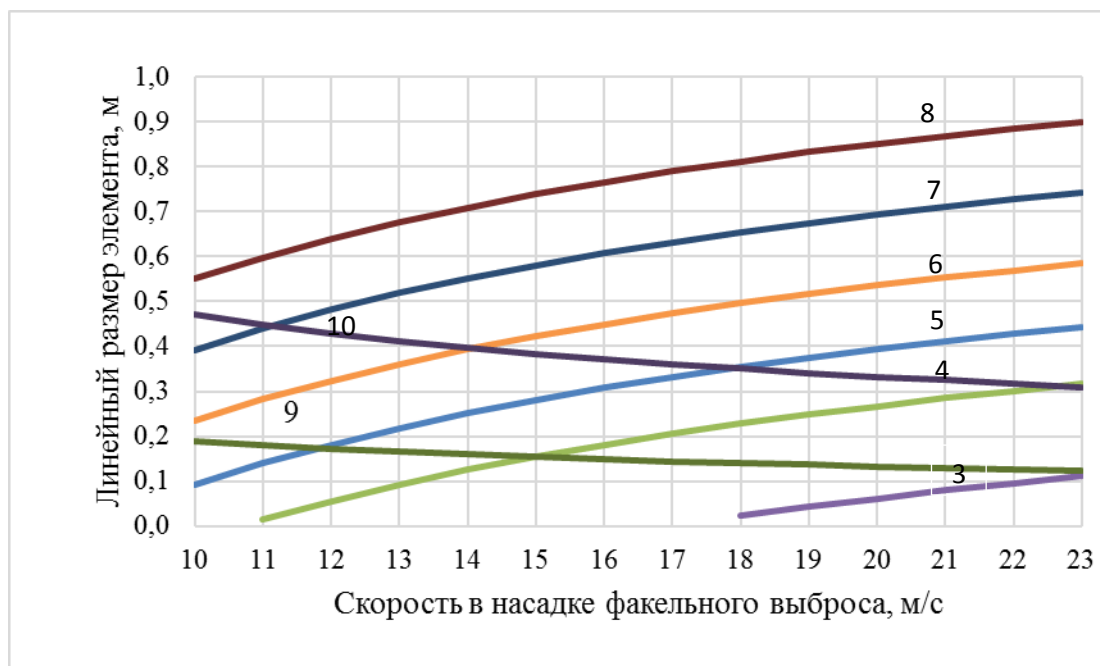


Рисунок 4 - К определению размеров конфузора и насадка факельного выброса при удалении воздуха в размере 3000 м³/ч при диаметре основного вытяжного воздуховода, м: 3 – 0,25; 4 – 0,315; 5 – 0,355; 6 – 0,4; 7 – 0,45; 8 – 0,5; 9 – диаметр насадка, м; 10 – длина насадка, м.



Рисунок 5 - К определению размеров конфузора и насадка факельного выброса при удалении воздуха в размере 4000 м³/ч при диаметре основного вытяжного воздуховода, м: 4 – 0,315; 5 – 0,355; 6 – 0,4; 7 – 0,45; 8 – 0,5; 9 – диаметр насадка, м; 10 – длина насадка, м.

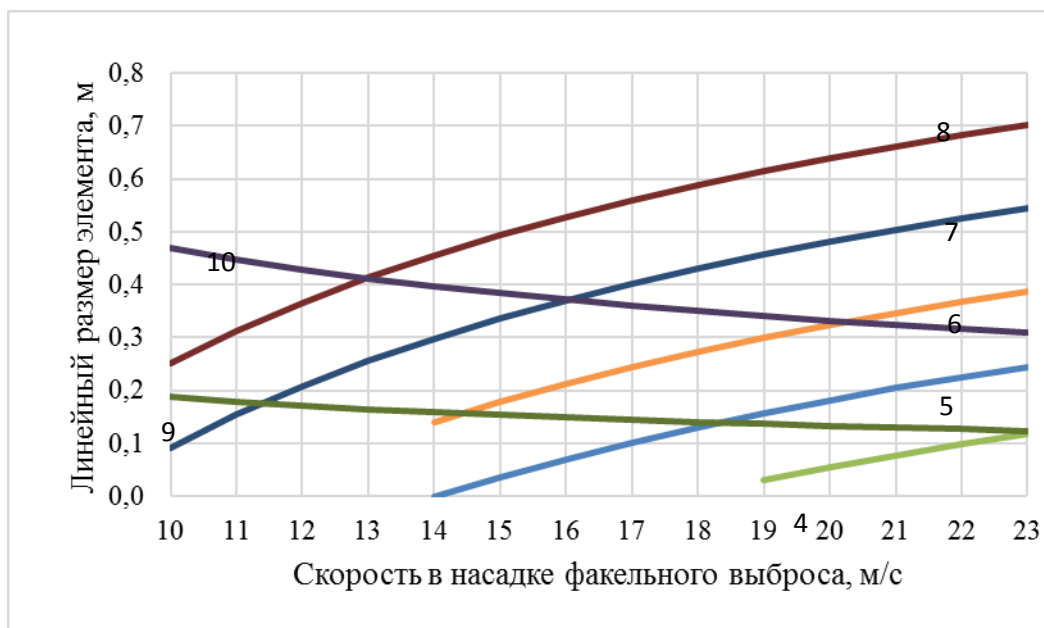


Рисунок 6 - К определению размеров конфузора и насадка факельного выброса при удалении воздуха в размере 5000 м³/ч при диаметре основного вытяжного воздуховода, м: 4 – 0,315; 5 – 0,355; 6 – 0,4; 7 – 0,45; 8 – 0,5; 9 – диаметр насадка, м; 10 – длина насадка, м.

Как видно из графиков (рис. 2-7) увеличение скорости движения воздуха в насадке факельного выброса приводит к увеличению длины конфузора и к уменьшению диаметра и длины насадка во всем диапазоне исследуемых диаметров воздуховодов вытяжного воздуха.

Так, например, при удалении воздуха в количестве 1000 м³/ч воздуховодом 400 мм и скорости воздуха в устье насадка 15 м/с, длина конфузора составит 0,78 м, диаметр насадка 0,15 м, длина насадка 0,38 метра. При скорости 20 м/с и тех же исходных данных длина конфузора составит 0,84 метра, диаметр насадка 0,125 м, длина насадка 0,35 метра. При диаметре вытяжного воздуховода 0,25 м и количестве удаляемого воздуха 1000 м³/ч, длина конфузора составит 0,3 м, насадок будет иметь диаметр 0,15 м и длину 0,38 метра. При изменении скорости до 20 м/с диаметр насадка составит 0,125 м, длина 0,32 м, длина конфузора увеличится до 0,37 метра.

Анализ графиков (рис.7) показывает, что изменение скорости с 15 до 20 м/с в устье насадка изменяет высоту подъема вредностей с 4,1 м до 5,8 м при количестве выбрасываемого воздуха 1000 м³/ч, и с 9,1 м до 12,9 м при количестве удаляемого воздуха 5000 м³/ч, что составляет изменение высоты выбрасываемой струи в 1,4 раза.

Таким образом, при конструировании факельного выброса, необходимо принимать во внимание влияние конструктивных параметров и количества выбрасываемого воздуха для корректного определения высоты подъема вредностей над устьем насадка.

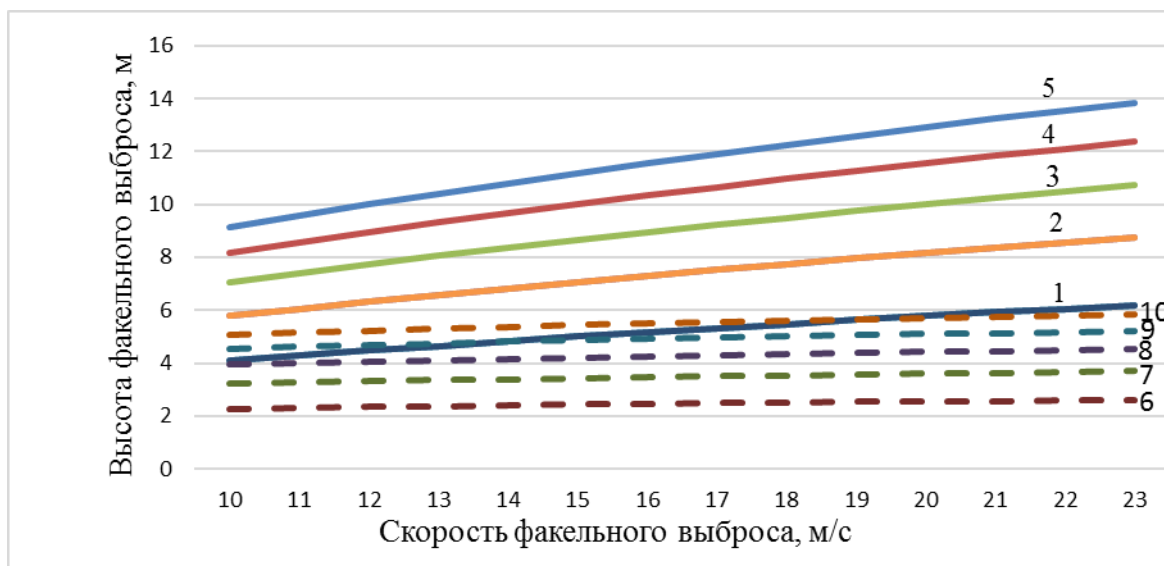


Рисунок 7 - Значения высоты подъема струи при количестве выбрасываемого воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$:

- при безветренной погоде: 1 – 1000; 2 – 2000; 3 – 3000; 4 – 4000; 5 – 5000;

- при наличии ветра: 6 – 1000; 7 – 2000; 8 – 3000; 9 – 4000; 10 – 5000

Вывод. Получены номограммы определения конструктивных характеристик элементов факельного выброса и высоты подъёма струи над устьем насадка в зависимости от количества удаляемого воздуха, скорости движения воздуха в устье выброса и диаметра воздухопровода вытяжной вентиляции для упрощения практических расчетов вытяжной вентиляции промышленных зданий.

Список источников

1. Отопление и вентиляция: в 2 ч. Ч. 2: Вентиляция // под ред. В. Н. Богословского. М.:Стройиздат, 1976. 435 с.
2. Гримитлин М. М. Распределение воздуха в помещениях. М.: Стройиздат, 1983. 164 с.
3. Ключин С. А. Определение ширины защитных зон, высоты выбросных труб и степени очистки газов, поступающих в атмосферу // Очистка промышленных выбросов / под ред. Т. Е. Болдырева. М.: Медгиз, 1953. Вып. 1.
4. Молчанов Б.С. Проектирование промышленной вентиляции. М.: Стройиздат, 1970. 240 с.
5. Шафранов Б. В., Кранцфельд В. Д., Глебова Л. Ф., Таратута Е. С. Гигиеническая оценка децентрализованной вытяжной вентиляции в прядильном цехе производства вискозного шелка // Гигиена и санитария. 1949. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gigienicheskaya-otsenka-detsentralizovannoy-vytyazhnoy-ventilyatsii-v-pryadilnom-tsehe-proizvodstva-viskoznogo-shelka> (дата обращения: 31.03.2026).

6. Essa K. Effect of the plume rise and wind speed on extreme value of air pollutant concentration // Meteorology and Atmospheric Physics. Meteorol Atmos

Phys. 2006, vol.93, P. 247–253. doi 10.1007/s00703-005-0168-1
<https://doi.org/10.1007/S00703-005-0168-1>

7. Tirabassi T. Spectral Characteristics of Wind and Air Pollution Data in an Industrial Area // Environmental Protection Magazine, 2011. P. 305-311.
<https://doi.org/10.4236/JEP.2011.22017>

8. Pereira L., Costa C., Vilhena M. and Tirabassi T. Puff Models for Simulation of Fugitive Hazardous Emissions in Atmosphere. // Journal of Environmental Protection, 2011. 2. P. 154-161. doi:10.4236/jep.2011.22017.

9. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М: Машиностроение, 1992. 672 с.

© Осипова Н.Н., Макеева В.С., 2026

Обзорная статья
УДК 620.92

ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ДЕСТАБИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОСЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ МАССОВОЙ УСТАНОВКИ ПОКВАРТИРНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПУНКТОВ

Мария Алексеевна Оськина¹,
Татьяна Анатольевна Панкова²

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

¹oskina.m754@gmail.com

²vtanja@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме, возникающей при бесконтрольном внедрении поквартирных тепловых пунктов в существующие системы централизованного теплоснабжения. Рассматривается физический механизм возникновения «эффекта качелей» — синхронных колебаний давления и расхода в сети, вызванных одновременной работой тысяч автоматических регуляторов. Данный эффект ведет к гидравлическому разрегулированию, перерасходу электроэнергии на перекачку, увеличению потерь тепла и недотопу удаленных потребителей. В качестве решения предлагается концепция координированного управления поквартирного теплового пункта на основе адаптивных алгоритмов и цифровых двойников распределительных сетей.

Ключевые слова: поквартирный тепловой пункт (ПКТП), гидравлическая устойчивость, цифровой двойник, интеллектуальное теплоснабжение, координационное управление.

Для цитирования: Оськина М.А., Панкова Т.А. Гидравлическая дестабилизация теплосетей в условиях массовой установки поквартирных тепловых пунктов // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI

Review article

HYDRAULIC DESTABILIZATION OF HEATING NETWORKS IN CONDITIONS OF MASS INSTALLATION OF APARTMENT-SPECIFIC HEATING STATIONS

**Maria Alekseevna Oskina¹,
Tatiana Anatolyevna Pankova²**

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

¹oskina.m754@gmail.com

²vtanja@mail.ru

Annotation. This article addresses the problem that arises from the uncontrolled introduction of individual apartment heating units into existing district heating systems. It examines the physical mechanism behind the "swing effect"—synchronous fluctuations in pressure and flow in the network caused by the simultaneous operation of thousands of automatic regulators. This effect leads to hydraulic imbalances, excessive energy consumption for pumping, increased heat losses, and underheating of remote consumers. A proposed solution is a concept for coordinated control of individual apartment heating units based on adaptive algorithms and digital twins of distribution networks.

Keywords: apartment heating station (AKTP), hydraulic stability, digital twin, intelligent heat supply, coordination control.

For citation: Oskina M.A., Pankova T.A. Hydraulic destabilization of heating networks in the context of mass installation of apartment heating units // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.116

Современный этап развития городской энергетической инфраструктуры демонстрирует явный разворот от централизованных, жестко регламентированных схем теплоснабжения в сторону гибких, ориентированных на конечного пользователя решений. Данный тренд, получивший название децентрализации, наиболее ярко проявляется в стремительном распространении квартирных тепловых пунктов (ПКТП). Эти компактные устройства, оснащенные автоматическими регуляторами расхода и тепловычислителями, отвечают на актуальные социально-экономические запросы: стремление граждан к персонализированному температурному комфорту, повышению энергетической грамотности и снижению коммунальных платежей за счет исключения перетопов и учета фактического

потребления. Однако эмпирические данные и результаты научных исследований указывают на возникновение нового класса гидродинамических явлений, ранее не характерных для классических сетей [1, с. 83, рисунок 1]. Суть проблемы заключается в том, что бесконтрольное внедрение множества высокоскоростных автономных регуляторов инициирует процессы гидравлической дестабилизации в распределительных трубопроводах. Это создает принципиальное противоречие между частными интересами отдельных пользователей и технико-экономическими требованиями к устойчивости коммунальной инфраструктуры как общественного блага [2, с. 58].

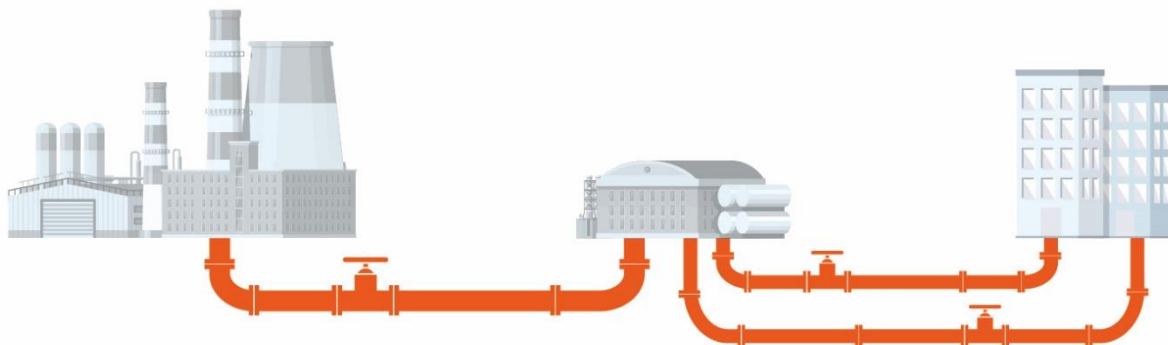


Рисунок 1 – Тепловые сети

Классические распределительные сети проектировались в расчете на крупных, инерционных и предсказуемых потребителей – центральных (ЦТП) или индивидуальных (ИТП) тепловых пунктов целых зданий. Гидравлические режимы в таких сетях отличались высокой степенью стабильности, регулирование носило централизованный характер и осуществлялось с помощью сравнительно медленных исполнительных механизмов. Принципиально иную картину показывает массовое внедрение ПКТП. Ключевое отличие кроется в алгоритме работы. Программное обеспечение контроллера замкнуто исключительно на локальные параметры: температуру воздуха в обслуживаемом помещении и график присутствия жильцов. Время отклика такой системы составляет от нескольких секунд до десятков секунд. Таким образом, каждый ПКТП является активным, высокочастотным, переменным во времени гидравлическим сопротивлением, встроенным в общий контур сети [3, с. 46]. При том, несмотря на физическую взаимосвязь через общий теплоноситель, алгоритмически эти устройства абсолютно автономны. Этот разрыв между физической связанностью и логической разобщенностью закладывает основу для возникновения коллективных, непреднамеренных и зачастую деструктивных явлений.

Наиболее наглядным проявлением гидравлической дестабилизации является так называемый «эффект качелей». Этот механизм можно описать следующим образом: при резком изменении метеоусловий, как внезапное похолодание, снегопад, температура воздуха в большинстве квартир начинает снижаться практически одновременно. Контроллеры ПКТП, регистрируя

отклонение от заданной установки, формируют команду на увеличение расхода теплоносителя. Вследствие высокой скорости реакции и идентичности триггера, этот процесс происходит когерентно, то есть синхронно для подавляющего большинства устройств в зоне влияния. В гидродинамике подобная ситуация моделируется как скачкообразное, почти мгновенное увеличение присоединенной нагрузки на магистраль. Следствием этого синхронного срабатывания становятся выраженные квазипериодические колебания расхода и перепада давления в подающих и обратных трубопроводах, особенно на разводящих участках и стояках. «Эффект качелей» несет в себе прямые угрозы для материальной части инфраструктуры. Циклические изменения давления создают знакопеременные механические напряжения в стенках труб, сварных швах и арматуре, провоцируя усталостное разрушение металла [4, с. 112]. Отдельной проблемой является режим работы циркуляционных насосов, вынужденных постоянно адаптироваться к резко меняющемуся сетевому сопротивлению, что ведет к работе вдали от точки оптимального КПД и ускоренному износу.

Дестабилизация гидравлических режимов запускает каскад взаимосвязанных негативных последствий. Одним из наиболее социально острых является нарушение гидравлической балансировки сети и возникновение проблемы «крайнего» потребителя. В условиях, когда множество ПКТП в начале гидравлической трассы синхронно открываются, они потребляют львиную долю доступного напора. Это приводит к его катастрофическому падению у абонентов, подключенных к конечным, тупиковым участкам сети. Если располагаемый напор падает ниже минимального порога, требуемого для работы клапана, как регламентировано нормами СП 124.13330.2021 [5], жители таких квартир сталкиваются с постоянным недогревом помещений. С экономической точки зрения гидродинамическая нестабильность ведет к значительному росту операционных расходов. Работа насосов в постоянно меняющемся режиме приводит к падению среднего КПД насосного агрегата на 10–25%. Согласно данным специализированных исследований, для районов с высокой степенью проникновения ПКТП дополнительные затраты на электроэнергию для перекачки могут достигать 15–20% от базового уровня [6, с. 25]. Колебания давления также напрямую влияют на увеличение объемов несанкционированных утечек теплоносителя через ослабленные соединения и повышают риск кавитационной эрозии.

Требуется качественная эволюция подхода к управлению тепловыми сетями, переход от работы с пассивной нагрузкой к управлению активной, распределенной и динамичной средой. Первым и фундаментальным шагом является создание точной динамической цифровой модели теплосети — «цифрового двойника» (рисунок 2).

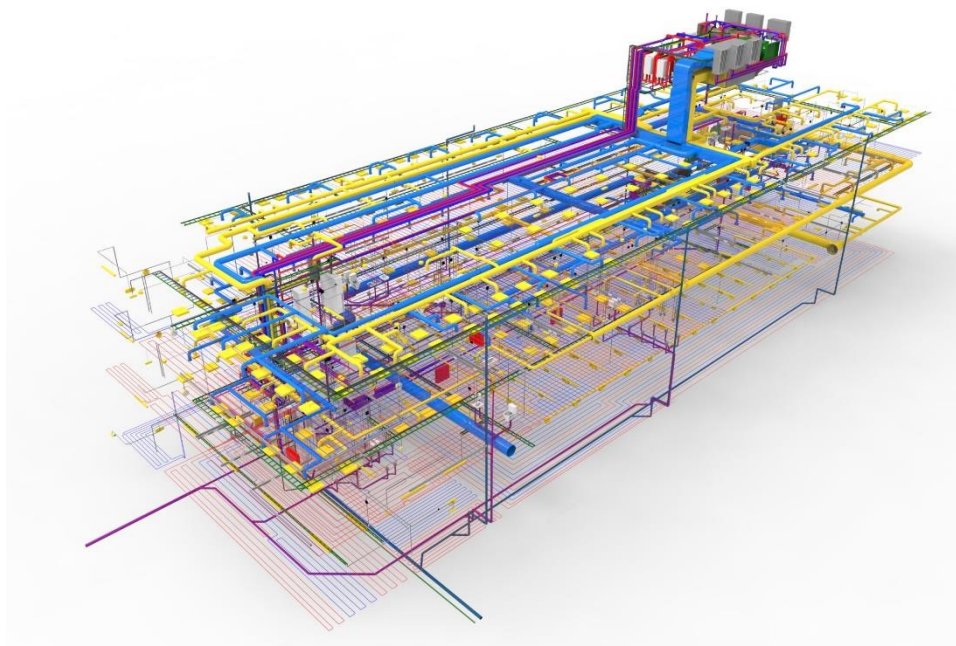


Рисунок 2 – Модель тепловых сетей

Этот программный комплекс, постоянно актуализируется за счет потока данных от датчиков и агрегированной информации с абонентских устройств, позволяющий диагностировать текущее состояние и прогнозировать развитие ситуации [7, с. 406]. На основе возможностей цифрового двойника строятся алгоритмы координированного управления. В этой парадигме работа отдельных ПКТП перестает быть полностью автономной. Их контроллеры начинают получать корректирующие сигналы от централизованного вычислительного модуля, решающего оптимизационную задачу с системными ограничениями: гарантирование минимального напора для всех, выравнивание графика нагрузки, учет прогноза погоды. Практическая реализация таких алгоритмов позволяет осуществить целенаправленную десинхронизацию моментов срабатывания клапанов, что полностью подавляет «эффект качелей».

Переход к координированному управлению открывает путь к созданию принципиально новых возможностей. Согласованно управляемая совокупность тысяч ПКТП может быть агрегирована в единый виртуальный объект — «виртуальный тепловой узел» (рисунок 3).

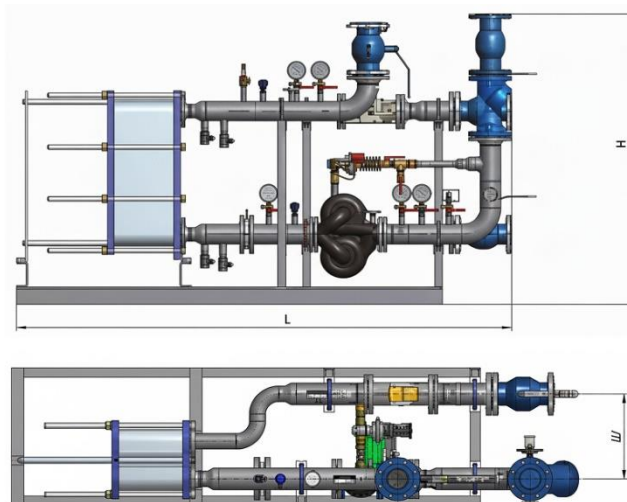
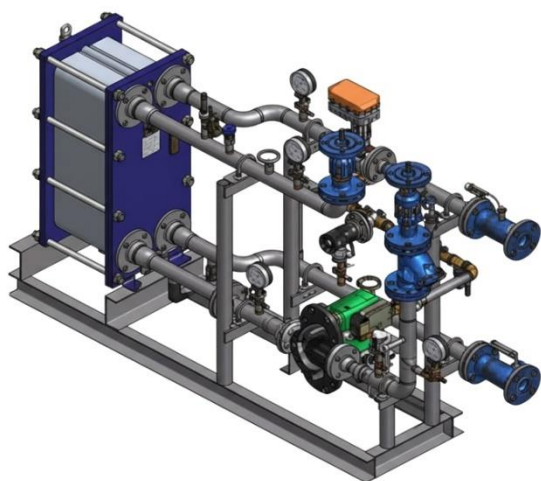


Рисунок 3 – Виртуальный тепловой узел

Такой узел, опираясь на значительную совокупную тепловую инерцию зданий, приобретает свойства управляемого энергетического актива. Он способен оказывать системные услуги, имеющие рыночную ценность: управление спросом для сглаживания пиков нагрузки, балансировку энергосистемы для интеграции ВИЭ, повышение гибкости работы источников тепла. Возможность участия в рынках системных услуг создает прямые экономические стимулы для инвестиций в инфраструктуру координированного управления, формируя новую, жизнеспособную бизнес-модель.

Массовое внедрение поквартирных тепловых пунктов представляет собой необратимый и объективно обусловленный технологический тренд. Однако этот процесс несет в себе серьезные системные риски в виде гидравлической дестабилизации распределительных сетей. Разрешение этого сложного противоречия лежит в цифровой трансформации отрасли теплоснабжения, ядром которой должно стать создание интеллектуальных систем координированного управления распределенной нагрузкой. Практическая реализация данной концепции требует консолидации усилий на разных уровнях: адаптации нормативно-технической базы, выработки прозрачных рыночных механизмов и тесного взаимодействия между научным сообществом, проектными организациями, производителями оборудования, сетевыми компаниями и регуляторами. Только комплексный, скоординированный подход позволит реализовать потенциал распределенной энергетики в теплоснабжении, обеспечив устойчивое, надежное и экономически эффективное тепло для потребителей в долгосрочной перспективе [8, с. 61].

Таким образом, устойчивое развитие теплоснабжения в новых условиях требует системной цифровой трансформации отрасли, поддержанной адекватными нормативными и рыночными механизмами. Реализация концепции координированного управления позволит гармонизировать частные интересы потребителей с требованиями надежности и эффективности общесистемной инфраструктуры.

Список источников

1. Гительман Л.Д., Козлова О.С. Децентрализация теплоэнергетики: анализ системных эффектов и скрытых рисков // Энергетическая политика. 2022. № 5. С. 78–89.
2. Панкова Т.А., Орлова С.С. Анализ энергосберегающих систем отопления // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XIII Национальной конференции с международным участием (Саратов, 20–21 апреля 2023 г.) / ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. Саратов, 2023. С. 57–60.
3. Васильев Г.П., Юренков В.В. Интеллектуальные системы управления режимами теплоснабжения с распределенными источниками тепла // Инженерно-строительный журнал. 2020. № 6(98). С. 45–56.
4. Громов Н.А. Гидравлические режимы тепловых сетей при нестационарном потреблении // Научные труды НИИСФ РААСН. – 2021. – С. 112–120.
5. СП 124.13330.2021 (актуализированная редакция СНиП 41-02-2003). «Тепловые сети». – Москва: Стандартинформ, 2021.
6. Тарасов В.И., Семенов А.С. Цифровой двойник распределительной тепловой сети как инструмент управления гибкостью // Автоматизация и ИТ в энергетике. 2023. № 1(42). С. 24–31.
7. Долбин В.С., Панкова Т.А. Интеллектуальные системы дистанционного управления отоплением // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XIV Национальной конференции с международным участием (Саратов, 25–26 апреля 2024 г.) / ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. Саратов, 2024. С. 405–408.
8. Долбин В.С., Панкова Т.А. Преимущества и недостатки энергосберегающих систем отопления // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XIV Национальной конференции с международным участием (Саратов, 25–26 апреля 2024 г.) / ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. Саратов, 2024. С. 60–62.

© Оськина М.А., Панкова Т.А., 2026

ИССЛЕДОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

Андрей Владимирович Поваров

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

povarov-av2012@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по применению существующих мероприятий, направленных на усиление энергоэффективности многоквартирных домов вторичного жилого фонда в России. Сформулированы четыре пакета эффективных энергосберегающих мероприятий, направленных на экономию тепловой энергии многоквартирными домами.

Ключевые слова: многоквартирный дом, мероприятия по повышению энергоэффективности, система отопления, система горячего водоснабжения, срок окупаемости.

Для цитирования: Поваров А.В. Исследование существующих мероприятий по повышению энергоэффективности многоквартирных домов // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием - Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.123

Original article

A STUDY OF EXISTING MEASURES TO IMPROVE THE ENERGY EFFICIENCY OF APARTMENT BUILDINGS

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 presents the results of research on the application of existing measures aimed at improving the energy efficiency of multi-apartment buildings in the existing housing stock in Russia. Four packages of effective energy-saving measures aimed at conserving thermal energy in multi-apartment buildings are formulated.

Keywords: Apartment building, energy efficiency measures, heating system, hot water supply system, payback period.

For citation: Povarov A.V. A study of existing measures to improve the energy efficiency of apartment buildings // Current problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: Proceedings of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.123

В настоящее время с учетом государственной политики в области энергосбережения в Российской Федерации очень остро стоит задача повышения энергоэффективности многоквартирных домов вторичного жилого фонда. Для ее решения были проведены исследования по выявлению факторов, имеющих влияние на усиление энергоэффективности многоквартирных домов с учетом территориально-климатических различий по регионам России, сформулированы типовые пакеты энергосберегающих мероприятий и обозначены рекомендации, направленные на экономию тепловой энергии на нужды отопления и вентиляции, а также горячего водоснабжения [1, с.177].

Для осуществления возможности варьировать глубину сокращения потребления тепловой энергии в многоквартирных домах, все энергосберегающие мероприятия были распределены на 4 пакета (табл. 1).

Таблица 1 - Пакеты мероприятий по повышению энергоэффективности многоквартирных домов

Наименование мероприятия	Пакет № 1	Пакет № 2	Пакет № 3	Пакет № 4
Установка автоматизированного узла управления системой отопления	+			
Ремонт (замена) трубопроводов внутридомовой системы отопления в сочетании с тепловой изоляцией	+	+	+	+
Ремонт (замена) трубопроводов внутридомовой системы водоснабжения в сочетании с тепловой изоляцией	+	+	+	+
Установка циркуляционного трубопровода и насоса в системе горячего водоснабжения	+	+	+	+
Установка автоматизированного индивидуального теплового пункта		+	+	+
Повышение тепловой защиты чердачного перекрытия			+	+
Повышение тепловой защиты перекрытия над подвалом			+	+
Повышение тепловой защиты окон мест общего пользования			+	+
Установка теплоотражающих экранов за отопительными приборами в квартирах			+	+
Уплотнение наружных входных дверей с установкой доводчиков			+	+
Заделка и герметизации межпанельных швов и ликвидация мостиков холода			+	
Утепление фасадов				+
Повышение тепловой защиты окон в квартирах				+

Пакет № 1 нацелен на ликвидацию нецелесообразного расхода теплоты в системах отопления из-за излишнего количества тепловой энергии со стороны теплоснабжающих организаций (переотапливание зданий). К тому же, пакет № 1 направлен на снижение тепловых потерь во внутридомовых системах отопления и горячего водоснабжения и поддержание их в состоянии, что

является пригодным для последующей эксплуатации (уменьшение физического износа) [1, с.178]. Средняя стоимость пакета № 1 для многоквартирного дома составляет от 1,3 до 3,5 млн. руб.

Пакет № 2. В этом пакете вместо АУУ СО организуется мероприятие по установке автоматизированного индивидуального теплового пункта. Реализация данного мероприятия позволит не только ликвидировать переотапливание зданий, но и на постоянной основе поддерживать температуру горячей воды на заданном уровне. Средняя стоимость пакета № 2 для многоквартирного дома варьируется от 2,1 до 3,9 млн. руб.

Пакет № 3. Помимо экономии энергии в системах отопления и горячего водоснабжения, пакет №3 предназначен для сокращения трансмиссионных тепловых потерь через наружные ограждающие конструкции, а также сокращения концентрации физического износа и усиления эксплуатационных характеристик зданий. Средняя стоимость пакета № 3 для многоквартирного дома составляет от 4,4 до 7,0 млн. руб.

Пакет № 4. Наиболее полный и наименее экономичный пакет № 4 позволяет практически до конца решить задачу усиления энергетической эффективности многоквартирных домов. В него дополнительно входят такие мероприятия, как повышение тепловой защиты наружных стен (утепление фасадов) и окон в квартирах (замена окон на энергоэффективные стеклопакеты с сопротивлением теплопередаче не менее $1,0 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$) [2, с. 48]. Средняя стоимость пакета № 4 для многоквартирного дома составляет от 9,4 до 14,3 млн. руб.

Проведенный анализ стоимости пакетов мероприятий и экономии тепловой энергии за счет принятия мер по повышению эффективности работы с энергетическими ресурсами показал, что:

1. Не все пакеты в равной степени можно реализовать, поскольку в домах, построенных в период с 2011 по 2021 года, определённая составляющая энергосберегающих мероприятий уже реализована при вводе в эксплуатацию этих зданий.

Для таких многоквартирных домов нецелесообразно использовать пакеты № 1 и № 4, так как в данных домах уже установлены автоматизированные индивидуальные тепловые пункты и для реализации потенциала экономии тепловой энергии необходимо только произвести регулировку АИТП. Дальнейшее утепление наружных стен, чердачных и подвальных перекрытий, замена окон в квартирах и в местах общего пользования не приведут к существенному сокращению потребления тепловой энергии.

2. Стоимость пакетов и экономия тепловой энергии весьма существенно различаются (рис. 1): удельная стоимость при переходе от пакета № 1 к пакету № 2 возрастает в 1,14 раза; при переходе к пакету № 3 – в 1,9 раза; при переходе к пакету № 4 – в 3,9 раза.

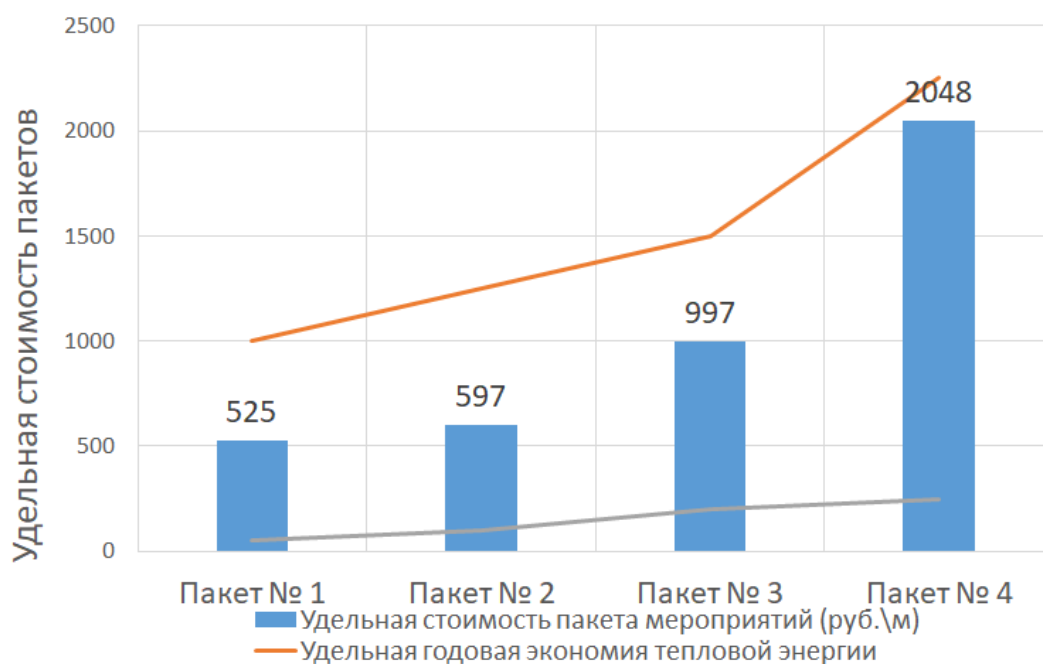


Рисунок 1 - График качества работы пакетов мероприятий по повышению энергоэффективности многоквартирных домов

3. Сроки окупаемости мероприятий варьируют в широких пределах: для пакета № 1 от 2,7 до 8,0 года; для пакета № 2 от 3,5 до 7,5 года; для пакета № 3 от 3,8 до 8,2 года; для пакета № 4 от 7,4 до 11,1 года.

Стоит отметить, что ситуация со средним уровнем энергетической эффективности многоквартирных домов в отдельных городах России имеет схожие черты. Средний уровень фактического удельного годового расхода энергетических ресурсов многоквартирных домов превышает базовый уровень на 2–7 %, а меры, нацеленные на повышение энергетической эффективности многоквартирных домов, недостаточны для достижения поставленных задач государственной политики в области энергосбережения.

Список источников

1. Поваров, А. В. Способы реконструкции системы отопления многоквартирных домов вторичного жилищного фонда Г. Саратова / А. В. Поваров // 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. 176-180. – EDN YUUMOY.

2. 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.

© Поваров А.В., 2026

АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Владислав Николаевич Сергеев¹

Татьяна Васильевна Федюнина²

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

¹vladislav.sergeev.18@mail.com

²t.fediunina2010@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается вопрос об актуальности использования вакуумных солнечных коллекторов и принцип их работы.

Ключевые слова: возобновляемый источник энергии, вакуумный солнечный коллектор, вакуум, солнечная энергия.

Для цитирования: Сергеев В.Н., Федюнина Т.В. Актуальность использования возобновляемых источников энергии // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.127

Review article

RELEVANCE OF THE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

Vladislav Nikolaevich Sergeev¹

Tatiana Vasilievna Fediunina²

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

¹vladislav.sergeev.18@mail.com

²t.fediunina2010@yandex.ru

Abstract. The article discusses the relevance of using vacuum solar collectors and their operating principle.

Keywords: renewable energy source, vacuum solar collector, vacuum, solar energy.

For citation: Sergeyev V.N., Fedyunina T.V. The relevance of using renewable energy sources // Modern Problems and Prospects of Construction, Heat and Gas Supply, and Energy Supply: Proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026, p.127

Применении возобновляемых источников энергии актуально для всего мира: для развитых стран, получающих топливно-энергетические ресурсы – это, в первую очередь, обеспечение энергетической безопасности, улучшение экологической ситуации; для развивающихся стран - способ улучшить условия проживания населения.

В данный момент страны всего мира стремятся развивать использование возобновляемых источников энергии. Этому способствует несколько причин :

- уменьшение зависимости от импорта органического топлива (нефть, газ);
- загрязнение окружающей среды;
- возможность интеграции энергоустановок на основе возобновляемых видов энергии в существующую энергетическую сеть;
- возможность использования и развития наукоемких технологий;
- неисчерпаемость возобновляемых источников энергии;
- доступность возобновляемых ресурсов.

Наиболее часто используемым и доступным возобновляемым источником энергии является солнечная энергия. Суммарный приход солнечной энергии на поверхность Земли оценивается примерно в 10 кВт-ч/год. Данная цифра в 7000 раз превышает годовое использование энергии всех жителей планеты .

Для теплоснабжения и горячего водоснабжения (ГВС) жилых и сельскохозяйственных объектов применяют солнечные коллекторы. В сельском хозяйстве солнечные коллекторы применяются для отопления и ГВС жилых и животноводческих объектов; для сушки фруктов, зерна, другой производимой продукции; тепловой обработки грубых кормов.

Считается, что солнечная установка не окупается в течение 20 лет в районах, лежащих севернее 45° с.ш. . Но даже в странах с холодным климатом - Швеции, Финляндии - реализованы проекты солнечных систем теплоснабжения с применением вакуумных коллекторов, которые способны производить энергию даже при отрицательных температурах . Так как большая часть России лежит севернее 45° с.ш., то существует возможность активного использования и внедрения солнечной энергии на основе солнечных вакуумных коллекторов.

В солнечных вакуумных коллекторах возможно увеличивать температуру теплоносителя порядка свыше 250-300 °С, а достигается данный результат за счет снижения тепло потерь из-за вакуума, который находится в коллекторе.

Данная система имеет механизм, который по своей конструкции напоминает обыкновенный бытовой термос. За исключением того, что наружная часть трубы является прозрачной, а внутренняя часть имеет высокоселективное покрытие, улавливающее солнечную энергию, а между этими двумя трубками находится вакуум. Именно он дает возможно сохранять свыше 95% поглощённой тепловой солнечной энергии.

Помимо всего прочего, вакуумные солнечные коллекторы нашли применение и для тепловых трубок, которые исполняются в качестве теплопроводника. При установке солнечными лучами жидкость, находящаяся в

нижней части, нагревается и преобразуется в пар, далее пары поднимаются в часть трубки, где, конденсируясь, отдают свое тепло коллектору (рис 1).

Использование данной схемы нагрева и передачи солнечной энергии позволяет получить высокий КПД (по сравнению с плоскими коллекторами) при работе в условиях низких температур и слабой освещенности.

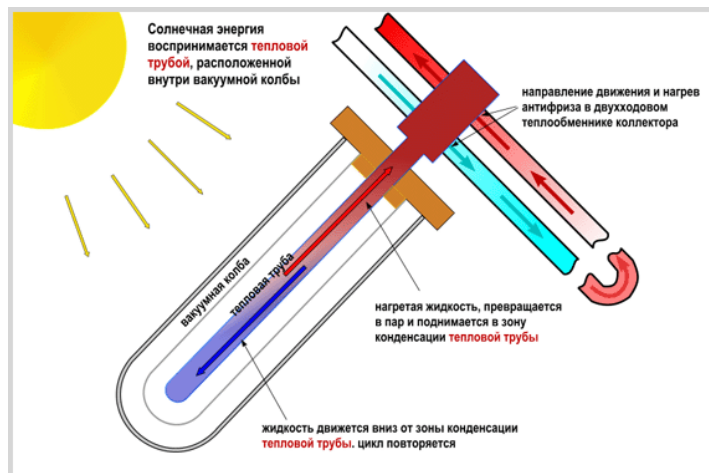


Рисунок 1 - Принцип работы вакуумного коллектора

Из преимуществ можно выделить несколько показателей:

- Высокоэффективный вакуумный теплоприемник позволяет получать энергию как от прямого, так и от рассеянного солнечного излучения
- Возможность работы при отрицательных температурах
- Небольшая монтажная высота
- Небольшая масса.

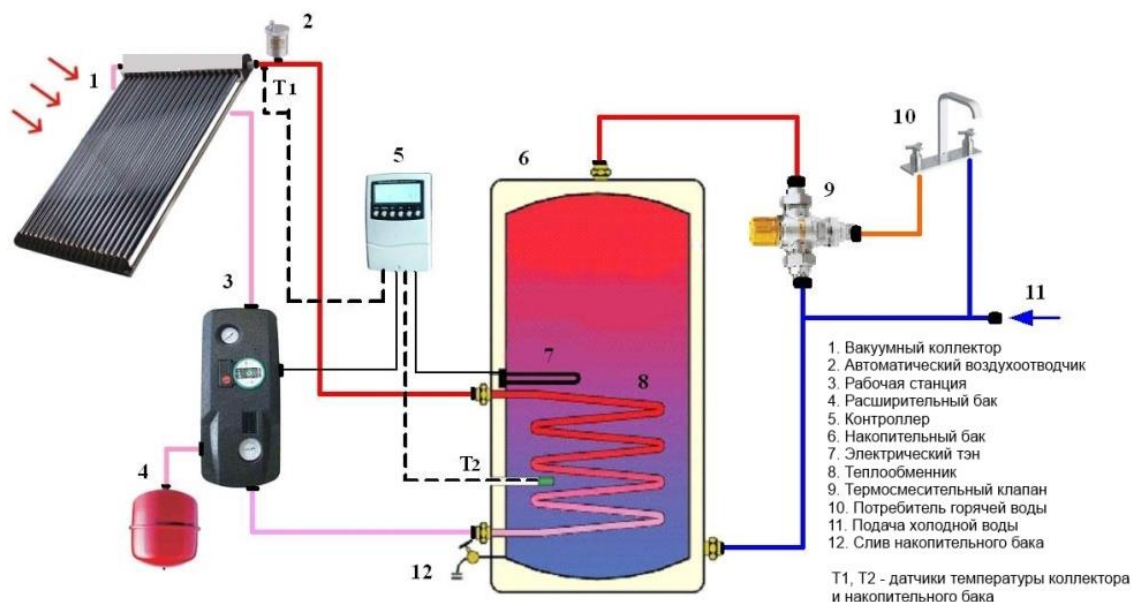


Рисунок 2 - Схема ГВС с использованием солнечного вакуумного коллектора

В заключение можно сказать, что внедрение и использование вакуумных солнечных коллекторов является актуальным вопросом для России, так как возможность их работы при рассеянном свете и низких температурах дают возможность активного использования.

Список источников

1. Вакуумный солнечный коллектор – устройство, принцип работы, разновидности, правила выбор а и размещения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://m-strana.ru/articles/vakuumnyy-solnechnyy-kollektor/>
2. 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.

© Сергеев В.Н., Федюнина Т.В., 2026

Обзорная статья
УДК 552.578.2

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ НЕФТИ ОТ ПРИМЕСЕЙ

Александр Александрович Тучин¹

научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Теплогазоснабжение и нефтегазовое дело», СГТУ имени Гагарина Ю.А., **Наумова О.В.**

¹ - ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.», г. Саратов, Россия

¹ – t1k@bk.ru

Аннотация. В статье рассмотрены современные подходы к повышению эффективности процессов очистки нефти от примесей, возникающих на этапах добычи, сбора и подготовки углеводородного сырья. Наличие пластовой воды, растворённых солей и механических частиц отрицательно влияет на качество нефти, вызывает коррозию технологического оборудования и снижает эффективность процессов транспортировки и переработки. Проведён анализ основных методов подготовки нефти, включая гравитационные, термические, химические и электростатические способы воздействия на водонефтяные эмульсии. Особое внимание уделено применению электростатических методов разрушения эмульсий, обеспечивающих эффективное обезвоживание и обессоливание нефти. Рассмотрены основные факторы, влияющие на эффективность процессов очистки, и направления их совершенствования. Показано, что оптимизация параметров электрического поля и комбинирование

различных методов обработки позволяют значительно повысить эффективность удаления примесей и улучшить качество товарной нефти.

Ключевые слова: нефть, очистка нефти, подготовка нефти, водонефтяные эмульсии, обезвоживание, обессоливание, электростатическая обработка.

Для цитирования: Тучин А.А. Совершенствование процессов очистки нефти от примесей // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.130

Review article

IMPROVEMENT OF OIL CLEANING PROCESSES

Alexander Alexandrovich Tuchin ¹

Supervisor - Ph.D., Associate Professor of the Department of Heat and Gas Supply and Oil and Gas Business, Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin, Saratov, Russia, **Naumova O.V.**

¹ - Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin, Saratov, Russia

¹ – t1k@bk.ru

Abstract. The article discusses modern approaches to improving the efficiency of oil cleaning processes from impurities arising at the stages of production, collection and preparation of hydrocarbon raw materials. The presence of produced water, dissolved salts and mechanical particles adversely affects the quality of oil, causes corrosion of process equipment and reduces the efficiency of transportation and processing processes. Analysis of the main methods of oil treatment, including gravitational, thermal, chemical and electrostatic methods of affecting water-oil emulsions. Particular attention is paid to the use of electrostatic methods for the destruction of emulsions, which ensure effective dehydration and desalination of oil. The main factors affecting the efficiency of cleaning processes and the directions of their improvement are considered. It has been shown that optimizing the parameters of the electric field and combining various processing methods can significantly increase the efficiency of removing impurities and improve the quality of marketable oil.

Keywords: oil, oil refining, oil treatment, water-oil emulsions, dewatering, desalting, electrostatic treatment.

For citation: A.A. Tuchin. Improving the processes of oil purification from impurities solutions//Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering 2026 c.130

Нефть является одним из важнейших энергетических ресурсов современного мира и играет ключевую роль в развитии мировой экономики. Однако нефть, добываемая из месторождений, представляет собой сложную многокомпонентную систему, содержащую значительное количество примесей различной природы. В процессе добычи углеводородного сырья вместе с нефтью на поверхность поступают пластовая вода, механические частицы, растворённые минеральные соли, а также различные газовые компоненты. Содержание данных примесей может существенно варьироваться в зависимости от геологических условий месторождения, стадии разработки и применяемых методов добычи.

Наличие примесей в нефти приводит к ряду негативных последствий. В частности, повышенное содержание воды способствует образованию устойчивых водонефтяных эмульсий, которые затрудняют процессы разделения фаз. Растворённые соли вызывают интенсивную коррозию оборудования и образование отложений в трубопроводах и теплообменных аппаратах. Механические примеси приводят к износу оборудования и снижению эффективности технологических процессов. В связи с этим одним из важнейших этапов подготовки углеводородного сырья является очистка нефти от примесей. Данный процесс включает удаление воды, солей и твёрдых частиц до значений, соответствующих требованиям стандартов качества.

Разработка и совершенствование технологий подготовки нефти является актуальной задачей в области Petroleum Engineering. Современные исследования направлены на повышение эффективности процессов обезвоживания и обессоливания нефти, снижение энергетических затрат и улучшение экологических показателей технологических процессов [1-7].

Состав и основные примеси нефти

Сырая нефть представляет собой сложную смесь углеводородов различной молекулярной массы и структуры, а также содержит значительное количество неуглеводородных компонентов.

Основными примесями нефти являются:

- пластовая вода;
- минеральные соли;
- механические примеси;
- асфальтено-смолистые вещества.

Пластовая вода является одной из наиболее распространённых примесей. Она поступает вместе с нефтью из продуктивного пласта и может содержать растворённые минеральные соли, газы и органические вещества. Содержание воды в добываемой нефти может достигать значительных значений, особенно на поздних стадиях разработки месторождений.

Минеральные соли представлены преимущественно хлоридами натрия, кальция и магния. Они находятся в растворённом состоянии в пластовой воде и при переработке нефти могут образовывать солевые отложения.

Механические примеси включают частицы песка, глины, продуктов коррозии и других твёрдых веществ. Их присутствие приводит к повышенному износу оборудования и снижению эффективности технологических процессов.

Асфальтено-смолистые вещества играют важную роль в формировании устойчивых водонефтяных эмульсий. Они образуют прочные межфазные плёнки на поверхности водных капель, препятствуя их укрупнению и разделению фаз.

Физико-химические свойства водонефтяных эмульсий

Одной из основных проблем при подготовке нефти является образование водонефтяных эмульсий. Эмульсия представляет собой дисперсную систему, состоящую из двух взаимно нерастворимых жидкостей, одна из которых распределена в другой в виде мелких капель.

В нефтяной промышленности чаще всего встречаются эмульсии типа «вода в нефти». В таких системах вода распределена в нефти в виде мелкодисперсных капель.

Устойчивость эмульсий определяется рядом факторов:

- наличием природных эмульгаторов;
- вязкостью нефти;
- температурой;
- концентрацией механических примесей.

Природными эмульгаторами являются асфальтены, смолы и парафиновые соединения, которые адсорбируются на поверхности водных капель и образуют прочную защитную плёнку.

Высокая вязкость нефти также способствует повышению устойчивости эмульсий, так как затрудняет движение капель и их слияние.

Современные методы очистки нефти

В промышленной практике применяются различные методы очистки нефти, направленные на удаление воды, солей и механических примесей [8].

1. Гравитационные методы

Гравитационное разделение основано на различии плотностей нефти и воды. Под действием силы тяжести более тяжёлая водная фаза оседает в нижней части аппарата, а нефть поднимается вверх.

Данный метод широко используется на установках предварительного сброса воды. Однако эффективность гравитационного разделения существенно снижается при наличии устойчивых эмульсий.

2. Термические методы

Нагрев водонефтяной смеси приводит к снижению вязкости нефти и ускорению процессов коалесценции водных капель. В результате происходит более быстрое разделение фаз.

3. Химические методы

Для разрушения устойчивых эмульсий используются специальные химические реагенты — деэмульгаторы. Они способствуют разрушению межфазной плёнки и укрупнению водных капель.

4. Электростатические методы

Электростатические методы основаны на воздействии электрического поля на водонефтяную эмульсию. Под действием электрического поля водные капли поляризуются и начинают притягиваться друг к другу, образуя более крупные капли.

Факторы, влияющие на эффективность очистки нефти

Эффективность процессов очистки нефти определяется рядом технологических параметров [10].

К основным факторам относятся:

- температура нефти;
- вязкость нефти;
- содержание воды;
- свойства деэмульгатора;
- напряжённость электрического поля.

Повышение температуры способствует снижению вязкости нефти и ускоряет процессы разделения фаз. Однако чрезмерный нагрев может привести к увеличению энергетических затрат.

Напряжённость электрического поля играет важную роль в процессах коалесценции водных капель. При оптимальных значениях напряжённости достигается максимальная эффективность разрушения эмульсий.

Перспективные направления совершенствования процессов очистки нефти

Современные исследования направлены на разработку более эффективных технологий подготовки нефти.

К основным направлениям относятся:

- совершенствование конструкции электродегидраторов;
- оптимизация параметров электрического поля;
- применение современных деэмульгаторов;
- использование комбинированных методов обработки.

Комбинирование различных методов воздействия позволяет значительно повысить эффективность очистки нефти и снизить энергетические затраты.

Очистка нефти от примесей является важным этапом подготовки углеводородного сырья к транспортировке и переработке. Наличие воды, солей и механических примесей отрицательно влияет на качество нефти и вызывает серьёзные эксплуатационные проблемы.

Наиболее эффективными являются комбинированные технологии подготовки нефти, включающие использование термических, химических и электростатических методов.

Дальнейшее совершенствование процессов очистки нефти связано с оптимизацией технологических параметров, разработкой новых типов оборудования и внедрением современных реагентов.

Анализ и совершенствование электростатических методов очистки нефти

Одним из наиболее эффективных способов разрушения устойчивых водонефтяных эмульсий является применение электростатического воздействия. Электростатическая очистка нефти широко используется на установках подготовки нефти и на нефтеперерабатывающих предприятиях, поскольку позволяет значительно повысить эффективность процессов обезвоживания и обессоливания.

Данный метод основан на воздействии электрического поля на дисперсную систему «вода – нефть». Под действием электрического поля капли воды поляризуются и приобретают электрический дипольный момент. В результате этого между каплями возникают силы взаимного притяжения, что приводит к их укрупнению (коалесценции) и последующему осаждению под действием силы тяжести.

Электростатическая обработка эмульсий реализуется в специальных аппаратах — электродегидраторах. Внутри аппарата создаётся электрическое поле высокой напряжённости, воздействующее на поток водонефтяной смеси. В процессе обработки происходит интенсивное укрупнение водных капель и ускоренное разделение фаз.

Преимуществами электростатических методов являются:

- высокая эффективность разрушения водонефтяных эмульсий;
- возможность обработки высоковязких нефтей;
- снижение расхода химических реагентов;
- повышение качества товарной нефти.

Несмотря на значительные преимущества, эффективность электростатической очистки нефти зависит от ряда факторов, включая физико-химические свойства нефти, содержание воды, температуру процесса и параметры электрического поля.

Развитие технологий электростатической очистки нефти связано с внедрением новых типов электродных систем, использованием высокочастотных электрических полей и разработкой эффективных деэмульгирующих реагентов. Кроме того, перспективным направлением является применение интеллектуальных систем управления технологическими процессами, позволяющих автоматически регулировать параметры электрического поля в зависимости от свойств поступающей нефти. Таким образом, дальнейшее совершенствование электростатических методов очистки нефти позволит значительно повысить эффективность процессов подготовки углеводородного сырья и обеспечить получение нефти высокого качества.

Конструкции электродегидраторов

Главным аппаратом установки является электродегидратор —емкость, снабженная электродами, к которым подводится переменный ток высокого напряжения. В эксплуатации на промысловых и заводских установках ЭЛОУ находятся электродегидраторы различных конструкций: вертикальные, шаровые и горизонтальные [9].

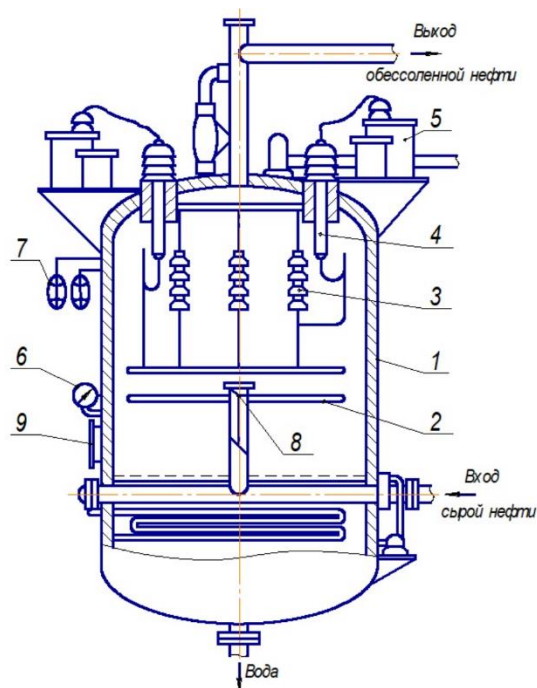


Рисунок 1 - Вертикальный электродегидратор: 1 – корпус, 2 – электроды; 3, 4 – изоляторы; 5 – трансформаторы; 6 – манометр; 7 – сигнальные лампы; 8 – распределительная головка; 9 – мерное стекло

Вертикальный электродегидратор представляет собой цилиндрический сосуд диаметром 3 м, высотой 5 м и объемом 30 м³. Внутри находятся электроды — металлические пластины, подвешенные на фарфоровых изоляторах.

Напряжение подается к электродам от двух повышающих трансформаторов мощностью по 5 кВ·А. Напряжение между электродами от 15 до 33 кВ.

Сырье вводится в электродегидратор через вертикальную, вмонтированную по оси аппарата трубу, которая на половине высоты дегидратора заканчивается распределительной головкой. Головка устроена так, что через ее узкую кольцевую щель эмульсия нефти и воды вводится в виде тонкой веерообразной горизонтальной струи. Обработанная нефть выводится в центре верхнего днища электродегидратора, а отстоявшаяся вода — через нижнее днище.

Недостатком вертикальных электродегидраторов, приведшим к их вытеснению более современными конструкциями, является низкая производительность, недостаточно высокая температура обессоливания. Из-за низкой производительности на установках ЭЛОУ приходилось соединять параллельно 6—12 аппаратов.

Сравнение существующих методов очистки нефти удобно представить в виде таблицы 1.

Таблица 1 - Сравнение методов очистки нефти

Метод очистки	Принцип действия	Преимущества	Недостатки
Гравитационный	Разделение фаз за счёт разности плотностей	Простота конструкции	Низкая эффективность при устойчивых эмульсиях
Термический	Нагрев нефти для снижения вязкости	Ускоряет разделение фаз	Высокие энергозатраты
Химический	Использование деэмульгаторов	Высокая эффективность	Дополнительные расходы реагентов
Электростатический	Поляризация и коалесценция капель воды	Высокая эффективность, быстрое разделение	Требуется электрическое оборудование
Комбинированный	Сочетание нескольких методов	Максимальная эффективность	Более сложная технология

Наиболее эффективным является комбинированный метод, включающий термическое, химическое и электростатическое воздействие.

Список источников

1. А. Н. Рябцев Очистка и подготовка нефти на промыслах. – Москва: Недра, 2018. – 312 с.
2. В. А. Федоров Подготовка нефти и газа к транспорту. – Москва: Инфра-М, 2017. – 256 с.
3. Ю. П. Козлов Технологические процессы подготовки нефти. – Санкт-Петербург: Профессия, 2019. – 284 с.
4. И. М. Губкин Основы нефтяного дела. – Москва: Недра, 2016. – 420 с.
5. Society of Petroleum Engineers. Petroleum Engineering Handbook. – Richardson: SPE, 2019.
6. American Petroleum Institute. Petroleum Refining and Processing Handbook. – Washington, 2018.
7. Л. М. Гольдштейн Технология переработки нефти и газа. – Москва: Химия, 2015. – 368 с.
8. А. А. Коршак, А. М. Шаммазов. Технология подготовки нефти и газа. – Москва: Недра, 2017. – 350 с.
9. В. Г. Суханов. Электродегидратация нефти и нефтяных эмульсий. – Москва: Химия, 2015. – 240 с.
10. Л. М. Гольдштейн. Технология переработки нефти и газа. – Москва: Химия, 2015. – 368 с.

©Тучин А.А., 2026

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ В ТОРГОВЫХ ЦЕНТРАХ

**Анна Владимировна Федулова ¹,
Лилия Рахимзяновна Хисамеева ²**

^{1,2}Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г.Казань, Россия

¹2002faw2002@gmail.com

²khisameeva_liliya@mail.ru

Аннотация: в статье рассмотрены автоматические системы пожаротушения, применяемые в зданиях торговых центрах. Рассмотрены их особенности проектирования и нормативное регулирование.

Ключевые слова: торговый центр, автоматическая система пожаротушения, спринклерная система, дренчерная система, проектирование.

Для цитирования: Федулова А.В., Хисамеева Л.Р. Проектирование системы пожаротушения в торговых центрах// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.138

Review article

DESIGNING FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS IN SHOPPING CENTERS

**Anna Vladimirovna Fedulova ¹,
Lilia Rakhimzyanovna Hisameeva ²**

^{1,2}Kazan State University of Architecture and Civil Engineering, Kazan, Russia

¹2002faw2002@gmail.com

²khisameeva_liliya@mail.ru

Abstract: This article examines automatic fire suppression systems used in shopping centers, including their design features and regulatory framework.

Key words: Shopping center, automatic fire extinguishing system, sprinkler system, deluge system, design.

For citation: Fedulova A.V., Khisameeva L.R. Designing fire extinguishing systems in shopping centers// Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: proceedings of the XVI

Проектирование инженерных систем для торговых центров - сложная задача, требующего комплексного подхода, так как они относятся к категории многофункциональных зданий, и помещения предназначены для размещения предприятий торговли, общественного питания, бытового обслуживания населения, объектов физкультурно-спортивного назначения, культурно-досуговых учреждений, которые связаны между собой через коммуникационные пространства в виде помещений общего пользования для передвижения покупателей (посетителей), персонала.

Пожарная опасность торговых центров (ТЦ) связана, в первую очередь, с массовым пребыванием людей, большим строительным объёмом и площадью данных объектов, обилием легковоспламеняющихся материалов, а также нахождением (в т.ч. в пределах одного здания) помещений или группы помещений различных классов функциональной пожарной опасности.

Главным документом, регламентирующим проектирование и эксплуатацию автоматических установок пожаротушения (АУП) являются следующие нормативные документы:

- ФЗ № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
- СП 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования»;
- СП 486.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Нормы и правила проектирования»;
- СП 4.13130, СП 5.13130, СП 8.13130, СП 10.13130 – своды правил по проектированию и расчету пожарной безопасности;
- РД 25953-90 «Системы автоматические пожаротушения, пожарной, охранной и охранно-пожарной сигнализации. Обозначения условные графические элементов систем»;
- РД 009-01-96 «Установки пожарной автоматики. Правила технического содержания»;
- ГОСТ Р 12.3.047–2012. Пожарная безопасность. Автоматические установки пожаротушения. Общие требования.
- ГОСТ Р 59636-2021 Установки пожаротушения автоматические. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность;
- ГОСТ Р 50680-94 Установки водяного пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний.

Здания торговых центров оборудуются автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией в соответствии с требованиями приложения А.1 СП 5.13130.2009. «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические.

Нормы и правила проектирования» или п. 12.3 таблицы 1 СП 486.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Нормы и правила проектирования» (таблица 1) [1,2].

Таблица 1

Объект защиты	Автоматическая установка пожаротушения	Автоматическая установка пожарной сигнализации
10. Здания предприятий торговли (за исключением помещений, указанных в п.4 настоящих норм, и помещений хранения и подготовки к продаже мяса, рыбы, фруктов и овощей (в негорючей упаковке), металлической посуды, негорючих строительных материалов):		
10.1 Одноэтажные (за исключением п.13):		
10.1.1 При размещении торгового зала и подсобных помещений в цокольном или подвальном этажах	200 м.кв и более	менее 200 м.кв
10.1.2 При размещении торгового зала и подсобных помещений в наземной части здания	При площади здания 3500 м.кв и более	При площади здания менее 3500 м.кв
10.2 Двухэтажные:		
10.2.1 Общей торговой площадью	3500 м.кв и более	Менее 3500 м.кв
10.2.2 При размещении торгового зала в цокольном или подвальном этажах	Независимо от величины торговой площади	
10.3 Трехэтажные и более	Независимо от величины торговой площади	
10.4 Здания специализированных предприятий торговли по продаже легковоспламеняющихся и горючих жидкостей (за исключением расфасованного товара в таре емкостью не более 20 л)	Независимо от площади	

При выборе автоматической системы, необходимо знать, что автоматические установки газового пожаротушения запрещается применять для помещений с большим количеством людей - 50 человек и более, также это относится и к автоматическим установкам аэрозольного и порошкового пожаротушения. Так как за короткое время в помещении снизится видимость из-за распыляемой порошковой смеси или газа и увеличится токсичность воздуха, что отрицательно скажется на посетителях или персонале [3].

Наиболее распространенным огнетушащим веществом для автоматических систем пожаротушения является вода в силу своей низкой

стоимости и высокой эффективности. Водяные системы автоматического пожаротушения делятся на [4]:

- установки тушения локальных участков возгорания – спринклерные;
- установки для тушения возгорания по всей территории объекта и создания водяных завес – дренчерные системы.

Оптимальным типом установки пожаротушения, в большинстве случаев, является спринклерные установки водяного пожаротушения, при этом огнетушащие вещества, запрещённые к использованию для помещений с большим количеством людей (газ, порошок), могут использоваться для защиты отдельных помещений ТЦ, не имеющих нормативных ограничений на использование данных огнетушащих веществ.

Если в здании предусмотрены встроенные подземные автостоянки, необходимо следовать нормативам СП 154.13130.2013 «Встроенные подземные автостоянки. Требования пожарной безопасности». В подземных автостоянках, независимо от количества этажей и вместимости, в помещениях для хранения автомобилей следует установить системы автоматического пожаротушения.

В торговых центрах проектируются основные системы пожаротушения: автоматические (спринклерные и дренчерные), оповещения и эвакуации, пожарные извещатели (дымовые, тепловые, газовые и комбинированные), огнетушители, специализированное оборудование и пожарные гидранты с рукавами. По требованиям СП 5.13130.2009 и ГОСТ Р 12.3.047–2012, проектирование должно обеспечить быструю локализацию очага возгорания после срабатывания датчиков.

Выбор автоматической системы пожаротушения ТЦ зависит от функционального назначения зоны, высоты потолка, класса пожарной опасности и вида защищаемого имущества (таблица 2). Каждый этаж или функциональная зона имеет отдельный контур пожаротушения.

Особенности проектирования разных функциональных зон ТЦ:

- атриумы – это открытое или закрытое пространство внутри здания, часто многосветное и освещаемое через крышу, требуют особого внимания из-за высокой высоты (часто более 15 м) стандартные спринклеры не эффективны, применяют дренчерные системы, роботизированные стволы или лафетные стволы;

- подземные паркинги – специализированное крытое сооружение, расположенное ниже уровня земли, предназначены для парковки, длительного или временного хранения автомобилей, требуют наличие спринклерной системы или системы тонкораспыленной водой (ТРВ);

- киоски и островные конструкции – это малоформатные торговые точки, состоящие из витрин и прилавков, размещаемые в общих зонах ТЦ, должны быть оборудованы автоматической спринклерной системой и системами обнаружения, а также иметь ограничения по площади и материалам (только негорючие или трудногорючие).

Таблица 2

Типы систем АУП	Применение в торговом центре	Характеристика
Водяные (спринклерные)	Основная защита основных торговых залов, коридоров, административных помещений	Распространенный вид. Постоянно заполнены водой. Срабатывает индивидуальный замок (спринклер). Требуется расчета интенсивности орошения.
Дренчерные системы	Атриумы, зоны с высокой пожарной нагрузкой, витражи, противопожарные завесы	Орошают большую площадь. Включаются по сигналу от пожарных извещателей. Используют для защиты проемов и создания водяных завес.
Роботизированные установки (РУП)	Высокопролетные зоны (атриумы), склады, выставочные залы	Наводятся на очаг возгорания. Позволяют защищать большие пространства без затопления всей площади. Состоят из двух и более пожарных роботов (стволов) с расходом до 125л/с.
Газовое пожаротушение	Серверные, электрощитовые, ЦОДы, архивы, музеи в составе ТЦ	Сохраняют оборудование. Требуется герметизация помещений. Применяется там, где вода может повредить дорогостоящее оборудование или ценности.
Порошковые/аэрозольные	Электрощитовые, гаражи, отдельные технические помещения	Модульные установки, часто автономные. Могут наносить вред оборудованию, используются для локальной защиты.
Системы кухонного пожаротушения	Фуд-корты, рестораны	Подключаются к вытяжным зонтам. Тушат жир специальной пеной или химическим составом.

Типовая система пожаротушения включает в себя несколько подсистем, каждая из которых играет важную роль в обеспечении безопасности, к ним относятся:

- система обнаружения: использует различные датчики (температуры, дыма, пламени) для выявления признаков возгорания;
- пусковая автоматика: после того как датчики фиксируют пожар, сигнал передается в контроллер, который отвечает за запуск системы пожаротушения, это может быть выполнено как автоматически, так и вручную в зависимости от конфигурации системы;
- система подачи огнетушащего вещества: включает насосные станции или баллонные модули, которые обеспечивают подачу воды, пены, углекислого газа или других огнетушащих веществ, оросители или спринклеры автоматически открываются для распределения вещества по площади возгорания;

- блок управления: централизует управление всеми компонентами системы, обеспечивая координацию работы датчиков, насосов и других элементов, также может включать функции для мониторинга и диагностики;

- система мониторинга: позволяет в реальном времени отслеживать состояние всех компонентов системы, что помогает предотвратить ложные срабатывания и своевременно выявлять неисправности, система может быть интегрирована с другими системами безопасности здания.

Внутренний противопожарный водопровод - совокупность трубопроводов и технических средств, обеспечивающих подачу воды к пожарным кранам [5]. Внутренний противопожарный водопровод ТЦ должен обеспечивать нормативный расход воды для тушения пожаров. Он оборудуется внутренними пожарными кранами в количестве, обеспечивающем достижение целей пожаротушения. Требования к внутреннему противопожарному водопроводу устанавливаются нормативными документами по пожарной безопасности СП 10.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности».

Проектируемый торговый центр представляет собой 4-х этажное общественное здание, с помещениями свободной планировки (рисунок 1).

Проектом предусматривается: степень огнестойкости здания – II; класс конструктивной пожарной опасности – С0; класс функциональной пожарной опасности – Ф3.1.



Рисунок 1- Торговый центр

Технические помещения (водомерный узел, тепловой пункт, электрощитовая), запроектированы на 1 этаже, а помещение венткамеры располагается на кровле. Технические помещения, где располагается оборудование (водомерный узел, тепловой пункт, электрощитовая, венткамера, охрана) отделены противопожарными дверями с пределом огнестойкости не менее EI 30 мин.

Проектом предусматривается спринклерная водозаполненная установка

автоматического водяного пожаротушения, совмещенная с внутренним противопожарным водопроводом, на основании требований действующих технических нормативно-правовых документов СП 486.1311500.2020, СП 10.13130.2020 (рисунок 2).

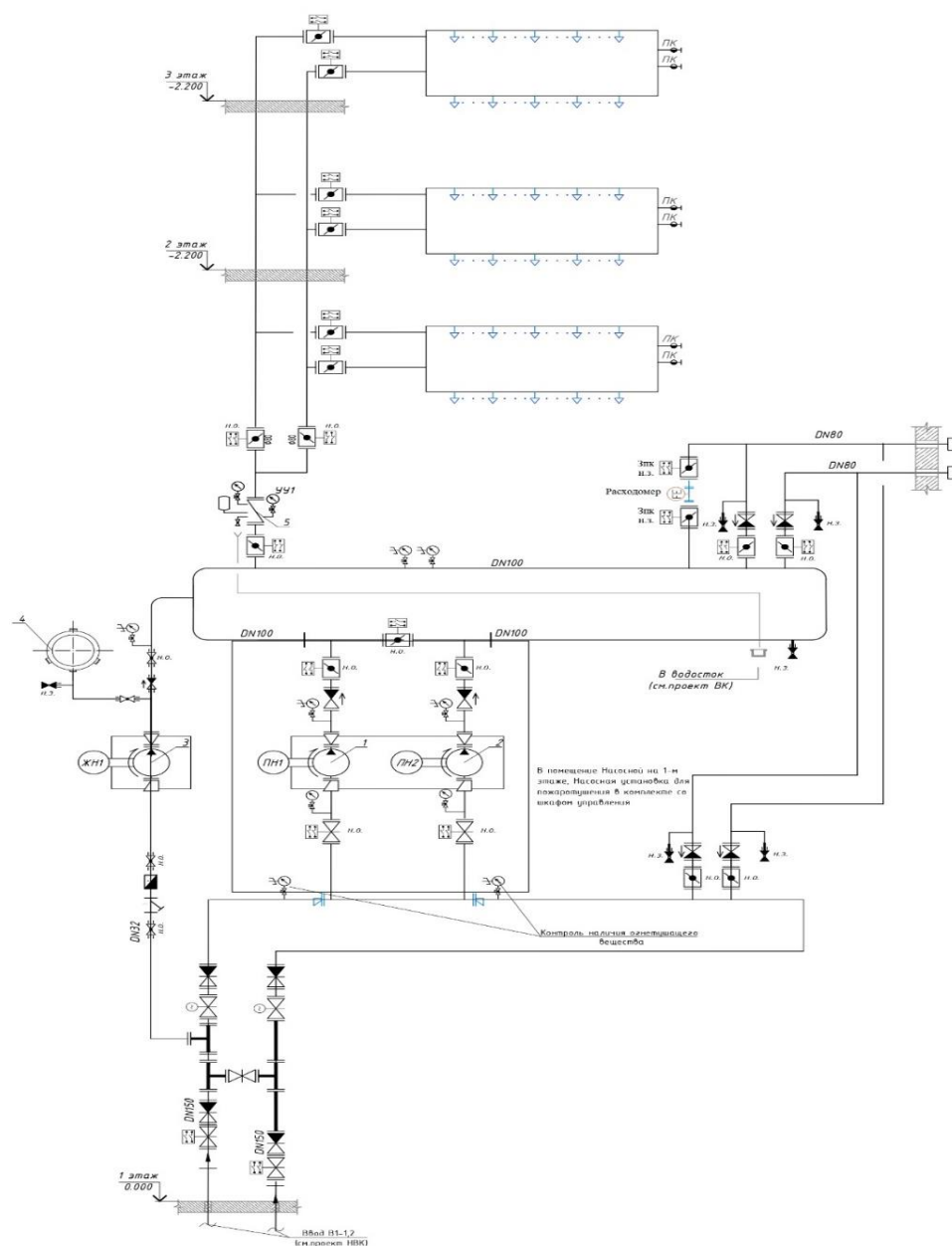


Рисунок 2 - Принципиальная схема автоматического водяного пожаротушения

Торговые центры относятся к 1-й группе помещений по степени опасности развития пожара, на основании нормативных требований принято [7]:

- класс пожара - А (горение твердых веществ) в соответствии с ГОСТ 27331-87;
- огнетушащее вещество для тушения пожара класса А - распыленная вода;

- тип установки – спринклерная водозаполненная, так как положительная температура в помещениях [6];

- тип тушения пожара – поверхностный по всей площади (ТНПА).

Важно, чтобы проектирование и установка таких систем соответствовали действующим техническим нормам и правилам (ТНПА), что гарантирует их надежность и эффективность в случае возникновения пожара. Системы должны быть регулярно проверяемыми и обслуживаемыми для обеспечения их работоспособности и соответствия требованиям безопасности.

На основании исходных данных, предельно допустимая рабочая температура среды в зоне расположения спринклерных оросителей составляет не более 38 °С, таким образом, проектом предусмотрена номинальная температура срабатывания спринклерных оросителей 57 °С [6].

Согласно [6] для 1-й группы помещений проектом приняты следующие основные параметры АУП:

- интенсивность орошения защищаемой площади - не менее 0,08 л/(с х м²);

- расход воды – не менее 10 л/с;

- минимальная площадь, орошаемая АУП – 60м²;

- продолжительность подачи воды – не менее 30 мин;

- максимальное расстояние между спринклерными оросителями – 3,5м.

В помещение насосной станции располагается узел управления спринклерный водозаполненный "Прямоточный-80" УУ-С80/1,6 В-ВФ.04.

Предусмотрено присоединение вводов к внутренним сетям пожаротушения через задвижки с электроприводом. К жockey насосу (для поддержания давления в системе пожаротушения) предусмотрено ответвление с установкой водомерного узла со счетчиком холодной воды (учет потребления) с импульсным контактным выходом.

Организационно-функциональная структура АУП-С для насосной установки разрабатывается следующим образом:

- питающий трубопровод кольцевой, с отдельными тупиковыми участками;

- подключение системы пожаротушения к водоснабжению происходит в помещении насосной станции.

- в качестве источника водоснабжения насосной станции используются две трубы от наружного кольцевого трубопровода городской водопроводной сети.

Для подачи воды к спринклерным оросителям используется сеть трубопроводов, включающая: подводящие трубы, питающие трубы и распределительные трубы (ветви), на которых размещаются оросители (рисунок 3).

Трубопроводы изготовлены из стальных электросварных труб по стандарту ГОСТ 10704-91. Соединения выполнены сваркой и фланцами.

Кольцевые и тупиковые питающие трубопроводы АУП-С оборудуются промывочными кранами, которые также служат спускными устройствами [6].

Питающие и распределительные трубопроводы системы пожаротушения прокладываются с уклоном к узлу управления или к спускным устройствам [6]: уклон равный 0,01 - для труб диаметром до 50 мм; уклон равный 0,005 - для труб диаметром более 50 мм. Диаметры трубопроводов определяются проектным решением и уточняются расчетом.

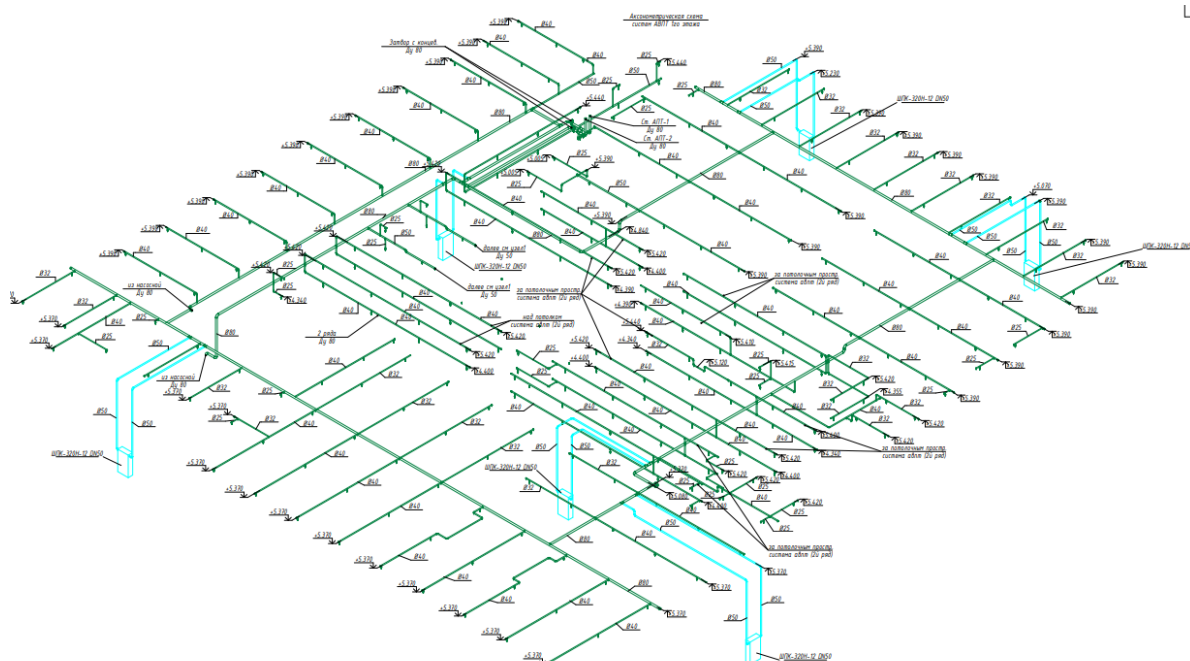


Рисунок 3 – Аксонометрическая схема систем АУПТ 1-го этажа торгового центра

Количество и расположение оросителей определяются исходя из потребности в обеспечении требуемой интенсивности орошения в защищаемых зонах. Интервалы между оросителями устанавливаются с учетом нормативных предписаний, конструктивных особенностей перекрытия, расположения вентиляционных систем и осветительных приборов, но не должны превышать 1,75 метра от стен и 3,5 метра между самими оросителями [5,6]. При наличии вентиляционных коробов шириной более 750 мм, которые могут препятствовать орошению защищаемой поверхности, дополнительно устанавливаются оросители под коробами с помощью отводов. Высота установки таких оросителей должна быть не менее 2 метров от уровня пола.

В соответствии с СП 456.1311500.2020, перегородка, которая разделяет атриум и внутренние помещения, а также светопрозрачные конструкции из закаленного стекла, должна быть защищена спринклерными оросителями системы автоматического пожаротушения. Эти оросители должны соответствовать параметрам установок пожаротушения, предусмотренным для помещений I группы, согласно СП 485.1311500.2020. Оросители устанавливаются на стороне защищаемых помещений, не далее чем в 0,5 метра от перегородок, с шагом не более 2 метров.

Гидравлические потери рассчитываются в соответствии с методикой, изложенной в СП 485.1311500.2020. Основной расчет произведен для защищаемой орошаемой площади, на которой находится диктующий ороситель, расположенный на третьем этаже здания и наиболее удаленный от узла управления.

Вывод. В торговых центрах устанавливаются сложные системы пожаротушения, которые предназначены для предупреждения, выявления и ликвидации возгораний. Кроме того, они обеспечивают безопасность, как посетителей, так и персонала.

Список источников

1. СП 5.13130.2009. «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования» / Минстрой России. – М.: 2009. – 114 с.
2. СП 486.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Нормы и правила проектирования» / Минстрой России. – М.: 2021. – 10 с.
3. Хакимуллина, Г. А. Проектирование систем пожаротушения в закрытых неотапливаемых объектах / Г. А. Хакимуллина, Л. Р. Хисамеева // 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. 222-226..
4. Чемодуров, А. Д. Особенности проектирования автоматических систем пожаротушения в отапливаемых и неотапливаемых помещениях / А. Д. Чемодуров, Л. Р. Хисамеева // 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. 104-109.
5. СП 10.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования»/ Минстрой России - М.: 2020. – 45 с.
6. СП 485.1311500.2020 Свод правил. «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» / Минстрой России. – М.: 2021. – 144 с.

© Федулова А.В., Хисамеева Л.Р., 2026

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ С РАЗРАБОТКОЙ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ РЕШЕНИЙ

Максим Сергеевич Фролов¹,
Ольга Валерьевна Наумова²

^{1,2} - ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им.
Гагарина Ю. А.», г. Саратов, Россия

¹ maksim.f.0208@mail.ru

² uunaumov@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы проектирования систем отопления и вентиляции административного здания с акцентом разработки энергосберегающих решений. Особое внимание уделено анализу современных требований к микроклимату и энергоэффективности таких объектов для достижения максимальной энергоэффективности и соблюдения норм безопасности. На основе проведенных теплотехнических расчётов и анализа пространственно-планировочных решений обоснован выбор оборудования и предложены практические меры по оптимизации энергопотребления. Статья подчеркивает важность комплексного подхода к разработке технологий для создания комфортных условий труда и сокращения затрат на отопление и вентиляцию административных зданий.

Ключевые слова: системы отопления, вентиляция, энергосберегающие решения, административные здания, энергоэффективность.

Для цитирования: Фролов М.В., Наумова О.В. Проектирование систем отопления и вентиляции административного здания с разработкой энергосберегающих решений // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.148

Review article

DESIGN OF HEATING AND VENTILATION SYSTEMS OF AN ADMINISTRATIVE BUILDING WITH THE DEVELOPMENT OF ENERGY- SAVING SOLUTIONS

Maxim Sergeyevich Frolov¹,
Olga Valeryevna Naumova²

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

¹ – maksim.f.0208@mail.ru

² – uunaumov@mail.ru

Annotation. The article discusses the issues of designing heating and ventilation systems of an administrative building with an emphasis on the development of energy-saving solutions. Special attention is paid to the analysis of modern requirements for the microclimate and energy efficiency of such facilities in order to achieve maximum energy efficiency and compliance with safety standards. Based on the performed thermal engineering calculations and analysis of spatial planning solutions, the choice of equipment is justified and practical measures for optimizing energy consumption are proposed. The article highlights the importance of an integrated approach to technology development to create comfortable working conditions and reduce the cost of heating and ventilation of administrative buildings.

Keywords: heating systems, ventilation, energy-saving solutions, administrative buildings, energy efficiency.

For citation: M.S. Frolov, O.V. Naumova Design of heating and ventilation systems of an administrative building with the development of energy-saving solutions //Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.148

Современные административные объекты представляют сложные инженерные решения, где создаётся безопасные условия с комфортом для труда и всё это связано с работой систем отопления, вентиляции и кондиционирования. Сталкиваясь с постоянными условиями растущих тарифов на энергоресурсы и ужесточение экологический норм традиционное проектирование перестает быть эффективным и целесообразной. Тогда становятся актуальны задачи с интеграцией энергосберегающих решений, с помощью которых появляются возможности минимизировать эксплуатационные расходы и снизить нагрузку на окружающую среду и обеспечивать соответствие требований нормативных документов [1-4]. Однако для достижения максимального эффекта от их использования необходимо грамотно спроектировать системы отопления, вентиляции и кондиционирования.

Целью данной работы является разработка комплексного подхода к проектированию систем отопления и вентиляции административного здания, основанного на принципах энергоэффективности. Для достижения этой цели решались следующие задачи: анализ теплотерь и воздухообмена здания, выбор энергоэффективного оборудования, разработка решений по утилизации тепла и автоматическому регулированию.

Однако, несмотря на эти преимущества, интеграция энергоэффективных решений в существующие системы отопления, вентиляции и кондиционирования требует тщательного планирования и учета ряда ключевых факторов [8,9].

Основные этапы проектирования:

1. Анализ исходных данных и расчет нагрузок

Проектирование начинается с тщательного изучения и анализа архитектурно-планировочных решений и определение климатических

параметров региона. Административное здание характеризуется неравномерностью внутренних тепловыделений, основными источниками которых являются персонал, оргтехника и освещение [5,6].

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций стен, окон, покрытий/перекрытий позволил определить удельные теплотери и проверить их соответствие требованиям по сопротивлению теплопередаче согласно СП 50.13330.2013 «Тепловая защита зданий». На основе этих данных была определена расчетная тепловая нагрузка на систему отопления.

Расчет воздухообмена производится исходя из требований к качеству воздуха в административных помещениях. Норма наружного воздуха на одного сотрудника принята 60 м³/ч в соответствии с СанПиН 1.2.3685–21. Аэродинамический расчет сети воздухопроводов позволил определить давление, которое должна развивать приточная установка.

2. Энергосберегающие решения в системе вентиляции

Наибольшая экономия энергии в административных зданиях заложена в системах вентиляции, так как на нагрев приточного воздуха с помощью калорифера в зимний период года затрачивается существенное количество тепла [7].

2.1 Энергосберегающие решения в системе вентиляции

Ключевым решением энергосбережения стало использование приточно-вытяжных установок с пластинчатым рекуператором. Рис.1. Принцип работы рекуператора основан на теплообмене между теплым удаляемым воздухом и холодным приточным через разделяющую их стенку. Для проектирования зданий можно выбрать рекуператоры с разным значением КПД. При КПД 75%, это означает, что при температуре наружного воздуха -26°C и температуре вытяжного воздуха +22°C, приточный воздух будет подогрет до: $T_{\text{прит}} = -26 + 0,75 * (22 - (-26)) = -26 + 36 = +10^{\circ}\text{C}$.

Таким образом, калориферу потребуются догреть уличный воздух лишь на 12°C вместо 48°C, что приводит к снижению энергозатрат на нагрев приточного вентиляционного воздуха примерно на 60–70%, что приводит к значительной экономии энергии [9].

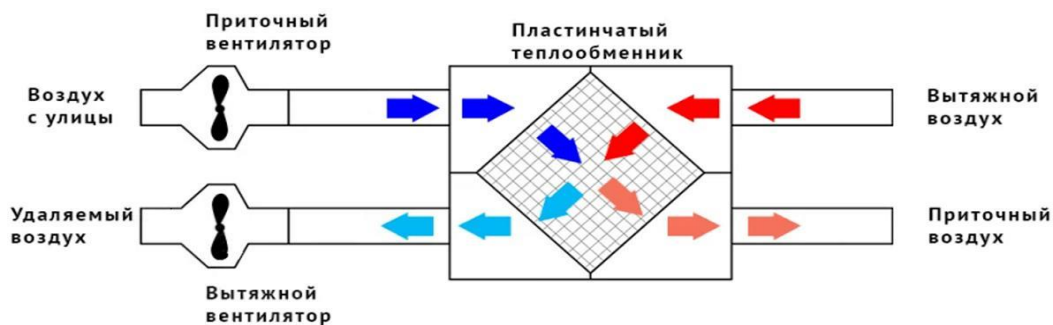


Рисунок 1 - Схема пластинчатого рекуператора

2.2 Энергосберегающие решения в системе вентиляции

В дополнении к системе рекуперации, для редко используемых помещений, можно рассмотреть использование вытяжной системы с регулируемой производительностью на основе датчиков. Это позволит снизить расход воздуха в период, когда помещение пустует, что также дополнительно сэкономит электрическую энергию, а также тепловую.

3. Энергоэффективная система отопления

Для систем отопления был выбран конденсационный газовый котел с модуляционной горелкой. Его КПД более 100%, так как он использует не только тепло от газа, но и теплоту конденсации паров из продуктов сгорания. Сравнение конденсационного котла с газовым:

- Главное преимущество конденсатника — КПД и экономия. Он "дожимает" энергию, которую обычный котел выбрасывает в трубу. Экономия особенно заметна в системах с низкотемпературными режимами работы (например, теплые полы), где котел большую часть времени работает в самом эффективном для себя диапазоне.
- Недостаток конденсационного котла — более высокая начальная стоимость и необходимость утилизации конденсата (кислотная среда, которую в некоторых странах и регионах запрещено сливать в канализацию без нейтрализации)

Сравнение конденсационного котла с электрическим:

- Газовый конденсационный выигрывает по эксплуатационным расходам. Газ значительно дешевле электричества.
- Электрический котел выигрывает по простоте и дешевизне монтажа, бесшумности и абсолютной безопасности (нет открытого пламени, дымохода). Идеален для небольших помещений, где нет газа, или как резервный источник.

Сравнение конденсационного котла с твердотопливным:

- Конденсационный котел — это полный комфорт и автоматизация. Выставил температуру и забыл.
- Твердотопливный котел — это независимость от газа и электричества, а также самая низкая стоимость получаемой тепловой энергии, если у вас есть доступ к дешевым дровам или углю. Однако это постоянная ручная работа: загрузка, розжиг, чистка.

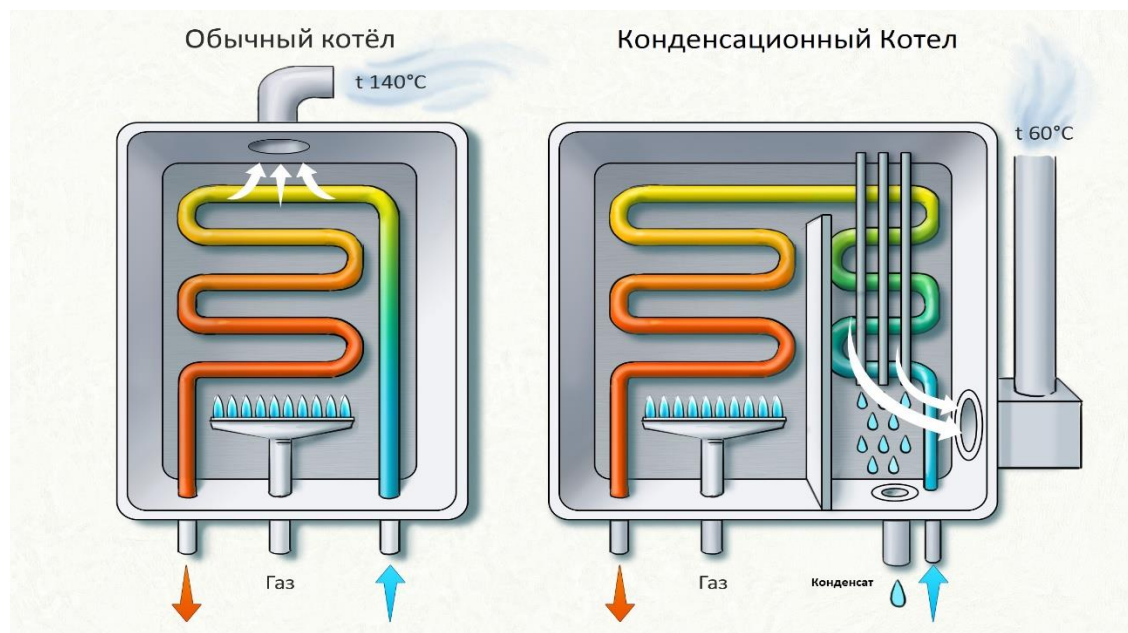


Рисунок 2 - Схема обычного котла и конденсационного

Отопительные приборы — биметаллические радиаторы с термостатическими головками. Они позволяют индивидуально регулировать температуру в каждом помещении, исключая перегрев и позволяют экономить до 10–15% тепловой энергии.

4. Система автоматизации [6,7].

Интеграция систем ОВК в единый комплект автоматического управления является основой энергосбережения. Система на базе программируемого контроллера позволяет выполнить следующие функции:

- Ночное и выходное понижение температуры в офисных помещениях.
- Каскадное управление работой котлов и насосных групп для оптимизации их нагрузки.
- Задание недельного графика работы систем для разных зон здания.
- Мониторинг параметров (температура, давление, расход) и аварийное оповещение.

Экономический эффект от внедрения такой системы около 15–20% от общих затрат на энергоресурсы.

Подводя итоги комплексный подход к проектированию энергоэффективных систем отопления и вентиляции административного здания, показывает, что современные технологии такие как — рекуперации тепла, конденсационные котлы, термостаты и автоматизация — позволяет

достичь значительной экономии потребления энергоресурсов при обеспечении комфортного микроклимата в здании, что значительно лучше традиционных схем. Это подтверждает экономическую целесообразность и техническую обоснованность разработанных проектных решений, которые могут быть тиражированы для широкого круга аналогичных объектов.

Список источников

1. СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003».
2. СП 50.13330.2013 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003».
3. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
4. Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
5. Богословский, В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха) / В.Н. Богословский. – М.: Высшая школа, 2006. – 256 с.
6. Кравченко, Н.А. Энергоэффективные системы вентиляции с утилизацией тепла / Н.А. Кравченко // Энергосбережение. – 2020. – № 5. – С. 45-50.
7. Щекин, Р.С. Основы автоматического регулирования тепловых процессов / Р.С. Щекин. – М.: Стройиздат, 2011. – 320 с.
8. Наумова О.В. Энергосберегающие технологии в системах теплогазоснабжения и вентиляции / О.В. Наумова, Д.С. Катков. Учебное пособие, Саратов: ООО «Кубик», 2022, 108с.
9. Швецов В.А. Применение рекуператоров в общественных зданиях и особенности их расчета. Типы рекуператоров / В.А. Швецов, Ю.А. Орлова, О.В. Наумова // Основы рационального природопользования. Материалы VII Национальной конференции с международным участием. Саратов. СГАУ. ООО Издательский центр «Наука», 2021. С.207-212.

© Фролов М.В., Наумова О.В.

ИЗУЧЕНИЕ ОХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ ПРОКЛАДКЕ ГАЗОПРОВОДА ВБЛИЗИ ВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Рудольф Артакович Хачатрян,¹
Ольга Валерьевна Наумова²

^{1,2} - ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю. А.», г. Саратов, Россия

¹ – Khachatryan_rudolf@mail.ru

² – uunaumov@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются особенности прокладки магистральных газопроводов вблизи водных объектов, особенности проектирования, технологии строительства, экологической безопасности и эксплуатации таких объектов. Газопроводы, проложенные вблизи водных объектов, являются повышенными источниками опасности, следовательно, их проектирование возможно только в соответствии с нормативными документами и Федеральными законами. В зоне прокладки газопровода ведется отбор проб грунта, воды для своевременного выявления изменения их нормативного состава. при проектировании применяются современные технологии, такие как *bim*-проектирование и наклонно-направленное бурение.

Ключевые слова: газопровод, эксплуатация, экологический контроль, мониторинг, коррозия, защитные покрытия.

Для цитирования: Хачатрян Р.А., Наумова О.В. Изучение охранных мероприятий при прокладке газопровода вблизи водных источников // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.154

Review article

STUDY OF SECURITY MEASURES WHEN LAYING A GAS PIPELINE NEAR WATER SOURCES

Rudolf Artakovich Khachatryan¹,
Olga Valerevna Naumova²

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

¹ – Khachatryan_rudolf@mail.ru

² – uunaumov@mail.ru

Annotation. The article discusses the features of laying main gas pipelines near water bodies, design features, construction technology, environmental safety and operation of such facilities. Gas pipelines laid near water bodies are increased sources of danger, therefore, their design is possible only in accordance with regulatory documents and Federal laws. In the area of the gas pipeline, soil and water samples are being taken to detect changes in their regulatory composition in a timely manner. Modern technologies such as BIM design and directional drilling are used in the design process.

Keywords: gas pipeline, operation, environmental control, monitoring, corrosion, protective coatings.

For citation: Khachatryan R.A., Naumova O.V. Study of Security Measures during the Laying of a Gas Pipeline near Water Sources // Modern Problems and Prospects for the Development of Construction, Heat and Gas Supply and Energy Supply: Proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026, p.154

В связи с постоянно растущей сетью магистральных газопроводов и увеличивающейся потребностью в газообразном топливе, приходится вести строительство газопроводов по кратчайшим расстояниям. Нередко бывает так, что магистральные газопроводы могут проходить вблизи берегов рек, озер, морей и океанов, а также под их дном.

Прокладка магистральных газопроводов вблизи водных источников (реки, озера, водохранилища, болота) требует строгого соблюдения охранных (защитных) мероприятий. Это обусловлено рисками загрязнения воды, эрозии почвы, подмыва берегов и аварийными ситуациями. Основные нормативные документы в России: СП 110.13330.2012 «Газораспределение и газопотребление», СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», Федеральный закон № 219-ФЗ «Об охране окружающей среды», СП 393.1325800.2018 «Трубопроводы магистральные и промысловые нефти и газа», СП 36.13330.2012 «Магистральные трубопроводы» а также требования Ростехнадзора и СанПиН 2.1.7.1322-03 [1-5].

При прокладке магистральных газопроводов вблизи берегов рек, озер и болот, мостов проектировщик должен выдержать минимальные нормативные расстояния, указанные в [4].

При прокладке газопровода, его монтаже и эксплуатации возможно негативное воздействие на окружающую среду, выражающееся в следующем: загрязнение водоемов и почвы, гибель растений и животных вследствие утечек газа, попадания смазочных веществ и топлива в почву и водоемы в процессе монтажа и строительства, загрязнение грунтовых вод, изменение их уровня в результате прокладки и строительства газопровода, нарушение экосистемы при больших утечках газа.

Для того, чтобы свести к минимуму или предотвратить негативное воздействие на окружающую среду, при строительстве магистрального

газопровода устраивают ограждение строительной площадки на расстоянии не менее 50 м от берега реки; геомембраны или дамбы из грунта, высотой не менее 1-2 м.; применяют ловушки для смазочных материалов [4-6].

Наиболее предпочтительный способ строительства газопровода и пересечение водной преграды – это наклонно-направленное бурение (ГНБ) (рисунок 1). Строительство методом ГНБ, особенности проведения работ нормируются СП 422.1325800.218 «Трубопроводы магистральные и промысловые для нефти и газа. Строительство подводных переходов и контроль выполнения работ».

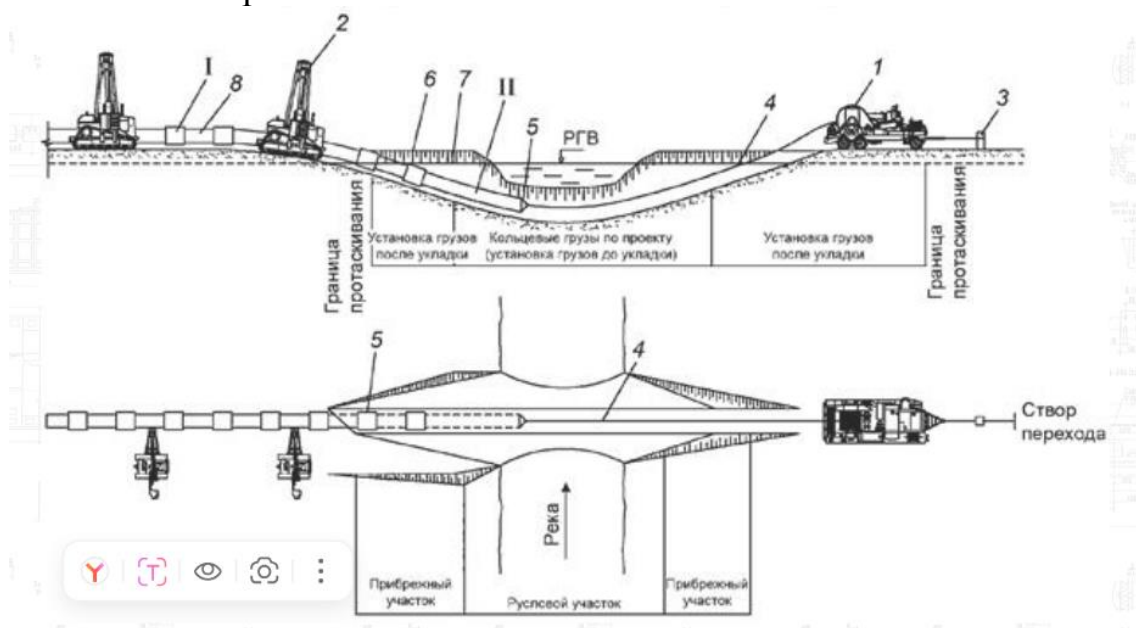


Рисунок 1 – Укладка трубопровода протаскиванием по дну методом ГНБ:

I – положение русловой плети в начале проектирования, 1 – тяговая лебедка, 2 – кран трубоукладчик, 3 – анкер, 4 – тяговый трос, 5 – оголовок, 6 – грунтовая дорожка, 7 – разработанная траншея, 8 – русловая плеть трубопровода, РГВ – расчетный горизонт воды.

В технологический процесс укладки трубопровода способом протаскивания по дну водоема входят:

- устройство и оборудование площадки и спусковой дорожки;
- подготовка плетей трубопровода (испытание, изоляция стыков, нанесение футеровки, навеска грузов);
- укладка трубопровода на спусковую дорожку;
- оснащение трубопровода оголовком, блоком, понтонами (при необходимости);
- проверка готовности подводной траншеи (контроль глубины и отметок дна траншеи);
- установка и закрепление тяговых средств;
- прокладка тяговых тросов с закреплением их на оголовке трубопровода;
- протаскивание всей нитки трубопровода или отдельных секций (плетей) со сваркой межсекционных стыков;
- контроль положения уложенного трубопровода и проверка соответствия его проектной документации.

Для укладки трубопроводов под водой целесообразно использовать понтоны, оборудованные устройством для их автоматической (механической) отстроповки.

Тип и параметры понтонов определяются в ППР в зависимости от характеристики укладываемого трубопровода, условий судоходства, наличия ледового покрытия и других факторов.

Конструкция спусковой дорожки должна обеспечивать возможность монтажа и сварки на ней плетей трубопровода из отдельных обетонированных или балластированных грузами труб, а также навеску отдельных грузов на плетть трубопровода.

В зависимости от длины укладываемой плети трубопровода методом протаскивания, ее весовой характеристики, рельефа берегового участка, уклона, мощности используемых средств для протаскивания и других условий допускается использование спусковой дорожки, которая может быть выполнена в виде:

- роlikоопор на спланированном участке берегового склона;
- рельсового пути с тележками;
- береговой траншеи, заполненной водой;
- тщательно спланированной грунтовой (ледяной) дорожки.

Протаскивание отдельных плетей трубопроводов по спланированной грунтовой дорожке без специальных спусковых устройств допускается только при обязательной тщательной планировке берегового участка.

Трассу спусковой дорожки для трубопровода в плане намечают прямолинейной. На участке от берега до подводного участка перехода вертикальная трассировка дорожки должна быть выполнена криволинейно, с учетом допускаемого радиуса упругого изгиба трубопровода.

При прокладке трубопровода методом протаскивания необходимо обеспечить изоляцию и защиту стыков. Такая схема быть применена при переходах через сравнительно небольшие водные преграды (шириной до 300 - 500 м), где рельеф берега позволяет смонтировать спусковую дорожку и плетть трубопровода длиной, равной ширине водной преграды.

Если ширина реки более 500 м., то рекомендуется применять схему, представленную на рисунке 2.

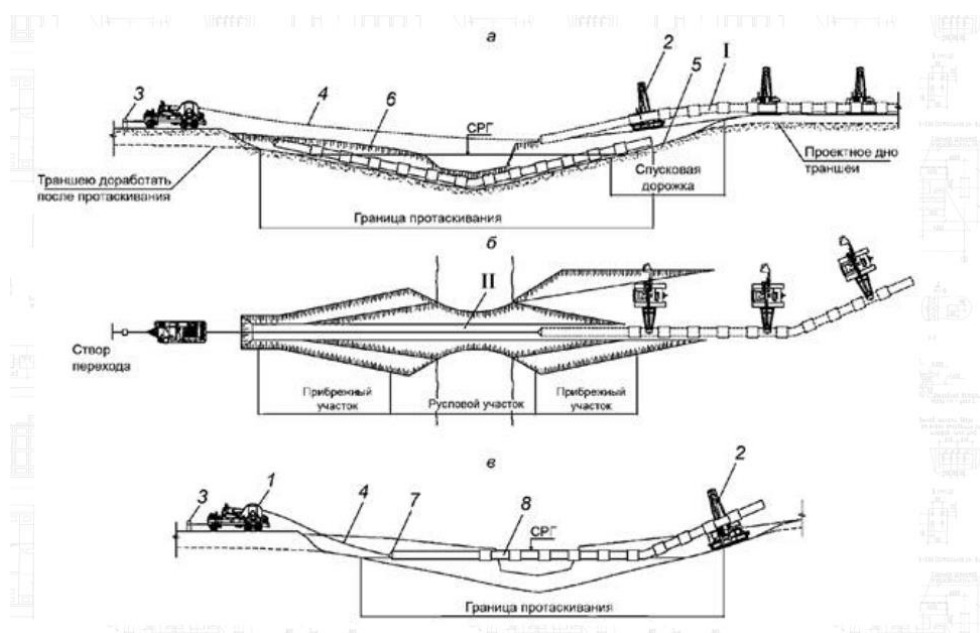


Рисунок 2 – Укладка трубопровода с одной кривой механического гнущья:

а – общий профиль, б – начало проектирования, в – разворот трубопровода в вертикальное положение; II – проектное положение трубопровода; 1 – тяговая лебедка, 1 – тяговая лебедка, 2 – кран трубоукладчик, 3 – анкер, 4 – тягвый трос, 5 – оголовок, 6 – грунтовая дорожка, 7 – разработанная траншея, 8 – русловая плеть трубопровода, РГВ – расчетный горизонт воды.

Технологический процесс укладки отдельных плетей трубопроводов по схеме II включает:

- монтаж первой плети в створе перехода с выполнением всех операций, предусмотренных при укладке по схеме I;
- монтаж и испытание второй и последующих плетей на строительной площадке параллельно проведению монтажа и испытаний первой плети;
- после протаскивания первой плети - установка второй плети на спусковую дорожку;
- сварка стыка на приуездном участке между первой и второй плетью.

Таким образом, технология прокладки магистрального газопровода через водные преграды зависит от многих факторов: глубины и ширины реки, диаметра газопровода, особенностей грунта, наличия или отсутствия грунтовых вод.

При эксплуатации газопровода особое внимание уделяют техническому и программному обеспечению, облегчающему обнаружению утечек на трассе газопровода или вблизи, а также использование квадрокоптеров для обследования труднодоступных участков с воздуха.

Список источников

1. СП 110.13330.2012 «Газораспределение и газопотребление»
2. СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений»
3. Федеральный закон № 219-ФЗ «Об охране окружающей среды»

4. СП 393.1325800.2018 «Трубопроводы магистральные и промысловые нефти и газа»

5. СП 36.13330.2012 «Магистральные трубопроводы»

6. Бурлака С.Д. «Изучение мероприятий по охране водных биоресурсов в период строительства газопровод-отвода к газораспределительной станции» / С.Д. Бурлака, К.Д. Полевщикова // Научные труды КубГТУ, № 11, 2018 год. С.9-16

© Хачатрян Р.А., Наумова О.В., 2026

Обзорная статья

УДК 628.315.1

ВЫБОР СХЕМЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ АЗОТА И ФОСФОРА ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Лилия Рахимзяновна Хисамеева ¹,

Ильшат Рифатович Нургалиев ²

^{1,2}Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, Россия

¹khisameeva_liliya@mail.ru

²ilchat2004nizhniy@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены современные решения биологической очистки сточных вод в аэротенках от органических веществ и биогенных элементов, при реконструкции канализационных очистных сооружений.

Ключевые слова: биологические очистные сооружения, азот, фосфор, технологическая схема, реконструкции, средние очистные сооружения.

Для цитирования: Хисамеева Л.Р., Нургалиев И.Р. Выбор схемы биологической очистки сточных вод от азота и фосфора при реконструкции очистных сооружений // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.159

Original article

CHOICE OF BIOLOGICAL WASTE WATER TREATMENT SCHEME FOR NITROGEN AND PHOSPHORUS REMOVAL DURING RECONSTRUCTION OF TREATMENT FACILITIES

Liliya Rakhimzyanovna Khisameeva ¹,

Ilshat Rifatovich Nurgaliev ²

^{1,2}Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation

¹khisameeva_liliya@mail.ru

²ilchat2004nizhniy@gmail.com

Abstract. The article discusses modern solutions for biological wastewater treatment in aeration tanks from organic substances and biogenic elements during the reconstruction of sewage treatment facilities.

Keywords: biological treatment facilities, nitrogen, phosphorus, process flow diagram, reconstruction, medium-sized treatment facilities.

For citation: Khisameeva L.R., Nurgaliev I.R. Selection of a biological wastewater treatment scheme for nitrogen and phosphorus during the reconstruction of wastewater treatment facilities // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation / Edited by A.N. Nikishanov – Saratov: Vavilov University, 2026, p.159

Реконструкция канализационных очистных сооружений предполагает использование современных технологий для повышения эффективности очистки сточных вод и обеспечения их соответствия экологическим стандартам. Современные технологии очистки сточных вод включают физико-химические, биологические и гибридные методы, направленные на удаление различных типов загрязнителей. Сооружения биологической очистки играют решающую роль в обеспечении требуемого качества очистки сточных вод.

Традиционная биологическая очистка сточных вод позволяет изъять основную массу органических загрязняющих веществ, окислить аммонийный азот до нитратного, но не может обеспечить достаточную глубину удаления соединений азота и фосфора. Вопрос удаления биогенных веществ является первоочередным в деле улучшения качества очищенных сточных вод перед сбросом в водоемы рыбохозяйственного назначения. [1-3].

Реконструируемые канализационные очистные сооружения (далее КОС) производительностью 8000 м³/сут. предназначены для очистки хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод (молокозавод и рыбозавод), поступающих в централизованную систему водоотведения города, и сточных вод неканализованного населения города и промпредприятий, поступающих от проектируемой сливной станции, а также дождевых и хозяйственно бытовых сточных вод с площадки очистных сооружений.

В соответствии с СП 32.13330.2018. «Канализация. Наружные сети и сооружения» прием сточных вод жидких фракций, доставляемых с неканализованных объектов ассенизационным транспортом, и обработку их перед сбросом в канализационную сеть, следует осуществлять на сливных станциях [4]. Сливная станция предназначена для приема и подготовки жидких бытовых отходов (ЖБО) от ассенизационных машин (в т.ч. фекальных из

септиков, передвижных туалетов и выгребных ям) и подачей на очистные сооружения биологической очистки [5].

Качество очистки сточных вод – сброс в реку, для которой определены показатели качества сброса водного объекта категория Б.

Согласно действующим нормативным документам, к категории средних относятся станции с производительностью от 4 000 до 10 000 м³/сутки [6].

Величины технологических показателей наилучших доступных технологий (НДТ), установленные для сооружений «Средние» при сбросе в реку категории Б, определены приложением 2 [6] и приведены в таблице 1.

На основании технического задания с учетом характеристики поступающего стока и требований к качеству очищенных сточных вод сооружения биологической очистки рассчитываются на полную биологическую очистку в режиме нитри-денитрификации и биологической дефосфотации.

Таблица 1 - Технологические показатели КОС

Загрязняющие вещества	Среднегодовые значения концентрации загрязняющих веществ не более, мг/л	Максимальное значение в точечной разовой пробе, с учетом рекомендации приложения В.5 ИТС10-2019, мг/л, не более
Взвешенные вещества	15	30
ХПК	80	104
БПК ₅	10	17
Азот аммонийный солей	1,5	4,5
Азот нитратов	12	18
Азот нитритов	0,25	0,75
Фосфор фосфатов	1,5	3

В соответствии с требованиями ИТС 10-2019 [6] технологическая схема очистки сточных вод на КОС должна включать в себя следующие основные стадии:

- механическую очистку сточных вод на решетках с помывкой отбросов;
- отделение песка на песколовках;
- отмывку и обезвоживание уловленного песка на пескопромывателе;
- прием сточных вод от выгребов с предварительной обработкой;
- первичное отстаивание сточных вод;
- биологическую очистку сточных вод с процессами нитри-денитрификации и биолого-химической дефосфатации, с дополнительным симультанным удалением фосфора реагентным методом;
- вторичное отстаивание сточных вод;
- обеззараживание стока гипохлоритом натрия;
- обезвоживание смеси сырого осадка и активного ила на оборудовании для механического обезвоживания осадка с возможностью сброса осадков на резервную иловую площадку в аварийном режиме;

- дезинвазию осадков в процессе обезвоживания;
- выдержку обезвоженной смеси сырого осадка и предварительно уплотненного активного ила на площадке складирования осадка перед ее вывозом на утилизацию;
- использование очищенной воды на технические нужды.

Осветление сточных вод (первичное отстаивание), согласно НДТ 4г, рекомендовано для ОС ГСВ категории от «Больших» и выше, поэтому применительно КОС (категории «Средние»), руководствуемся п. 9.2.4.1 СП 32.13330 2018 [4], и предусматриваем проектом прозоры процеживающих решеток не более 6 мм, время пребывания сточных вод в песколовках - не менее 10 мин.

Технология биологической нитрификации-денитрификации является безальтернативной для удаления азота, что подтверждается п. 9.2.5.4 СП 32.13330-2018 и рекомендациями по технологиям, содержащимися в ИТС 10-2019.

Примененная технология – удаление азота в аэротенках с илоразделением во вторичных отстойниках, с биолого-химическим удалением фосфора полностью соответствует рекомендациям ИТС10-2019 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов» (НДТ 8д), с учетом масштаба очистных сооружений («Средние») и категории водного объекта (Б).

Технология очистки сточных вод с биологическим удалением азота и биолого-химическим удалением фосфора включает в себя одновременную реализацию следующих процессов:

- биологической нитри-денитрификации, которая представляет собой совокупность аэробного окисления аммонийного азота до нитритов и далее нитратов (нитрификация) и анаэробного окисления органических загрязнений с использованием нитритов и нитратов, с восстановлением нитратного азота до молекулярного (денитрификация);
- биологического удаления фосфора (сверх его потребления на прирост ила);
- химического связывания части фосфатов в нерастворимые соединения (химическое осаждение).

Также происходит и аэробное окисление органических загрязнений растворенным кислородом, однако, технология направлена на минимизацию доли этого процесса с тем, чтобы процесс денитрификации был обеспечен необходимым количеством органического вещества загрязнений.

В проекте применено биолого-химическое удаление фосфора, когда основная масса удаляемого фосфора поглощается фосфат-аккумулирующими организмами (бактериями) в составе активного ила, а для гарантированного достижения проектного показателя по качеству очистки используется добавление реагента (коагулянта).

Это решение принято в полном соответствии с п. 9.2.5.6 СП 32.13330-2018, а также с рекомендациями ИТС10-2019 (НДТ 8 и НДТ 14), с учетом масштаба очистных сооружений [4,6].

Биологическое удаление фосфора происходит в результате деятельности фосфат аккумулярующих организмов (ФАО), для которых созданы специальные условия. Эти бактерии способны потреблять только летучие жирные кислоты (ЛЖК). В условиях отсутствия окислителя (кислорода, нитратов, нитритов и др.) в анаэробной зоне они поглощают ЛЖК с преобразованием их во внутриклеточное органическое полимерное соединение – поли(β) гидроксibu-тират и другие полимеры, близкие к нему по составу полигидроксиалканоаты (ПГА). На поглощение и биохимическую трансформацию ЛЖК расходуется энергия, запасенная ранее в полифосфатных связях, аналогичных АТФ (аденозинтрифосфат). При распаде полифосфатных связей в жидкую фазу выделяются фосфаты. Для компенсации разницы степени окисленности ЛЖК и ПГА используется гликоген, который также предварительно накапливается в клетке, и в ходе синтеза переходит в ПГА. Окисление запасенного в анаэробных условиях органического вещества происходит при попадании иловой смеси в аэробные или аноксидные условия (когда окислителем является не кислород, а нитраты или нитриты). При этом часть получаемой энергии расходуется ФАО на формирование молекул полифосфатов и восстановление запаса гликогена. Это сопровождается поглощением фосфатов из жидкой фазы. Таким образом специфический механизм запаса энергии ФАО работает за счет накопления в них полифосфатов в количествах до 20 % - 30 % фосфора от сухого вещества клеток данных бактерий и до 5-7% от сухого вещества ила в целом. Выведение ила с приростом при таком высоком содержании фосфатов приводит к удалению фосфора из сточных вод. От группы технологий нитри-денитрификации технологии с биологическим удалением фосфора принципиально отличаются наличием еще одной технологической зоны — так называемой анаэробной (в которой полностью отсутствуют окислители, кислород, нитраты и др.) [7].

Обязательным условием протекания процесса биологического удаления фосфора является обеспечение защиты анаэробной зоны от попадания в нее нитратов. В случае их значительного попадания в анаэробной зоне не обеспечиваются необходимые условия для фосфат аккумуляющих организмов (ФАО), которые должны в ней накапливать органические вещества (летучие жирные кислоты), а вместо этого реализуется процесс денитрификации.

Источником попадания нитратов в анаэробную зону является возвратный активный ил, который содержит довольно значительную (в пределах норматива) концентрацию нитратов. В JHB-процессе анаэробная зона защищена путем введения денитрификатора возвратного ила (зона D1), располагаемого перед анаэробной зоной. В варианте процесса JHB, использованном в проекте, в зону денитрификации поступает возвратный ил, а также 15-25% сточной воды.

При выборе технологического решения биологической очистки был проанализирован отечественный и зарубежный опыт применения современных технологий. Известны многочисленные конкретные конфигурации технологий биологического удаления азота и фосфора, призванные обеспечить в различных условиях необходимую глубину очистки при оптимизации объемов биореактора и эксплуатационных затрат.

Применяемые для удаления фосфора схемы классифицируются по степени защиты анаэробной зоны от воздействия нитратов, находящихся в возвратном иле. Самым уязвимым является популярный в Западной Европе так называемый А2/О-процесс (anaerobic/anoxic/oxic), в котором возвратный ил поступает непосредственно в анаэробную зону (рисунок 1). Это самая простая для реализации конфигурация. Однако в А2/О технологии возникновение анаэробных условий обеспечивается после потребления всех поступивших нитратов в условиях денитрификации и анаэробные условия достигаются за счет избытка органических веществ, в первую очередь легко окисляемой органики, по отношению к поступающему с рециклом ила азоту нитратов. В условиях, как правило, невысокой концентрации органических веществ в сточных водах в России и, соответственно, невысокого содержания ЛЖК, вышеописанная технология с подачей возвратного ила сразу в анаэробную зону была бы неработоспособна. Это подтверждается неудовлетворительными результатами работы процесса на ряде производственных объектов в РФ.

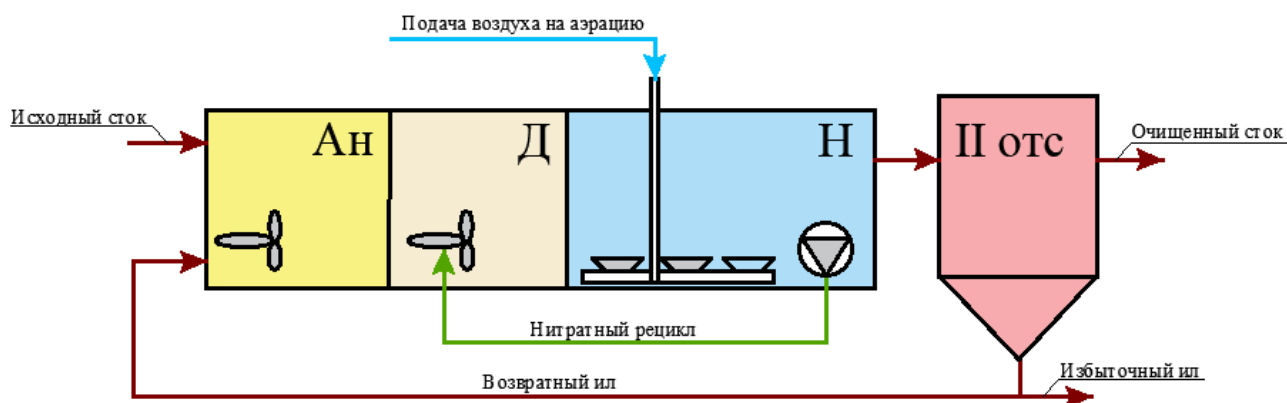


Рисунок 1 – Процесс А2/О (Анаэробик–Аноксик–Оксик) [6,7]:
Д – зона денитрификации (аноксидная), Ан – анаэробная зона, Н – зона нитрификации (аэробная), П_{отс} – вертикальный вторичный отстойник

В Йоханнесбургском процессе (JNB-процесс) и его модификациях анаэробная зона дополнительно защищена путем введения денитрификатора возвратного ила, располагаемого перед анаэробной зоной (рисунок 2) [7].

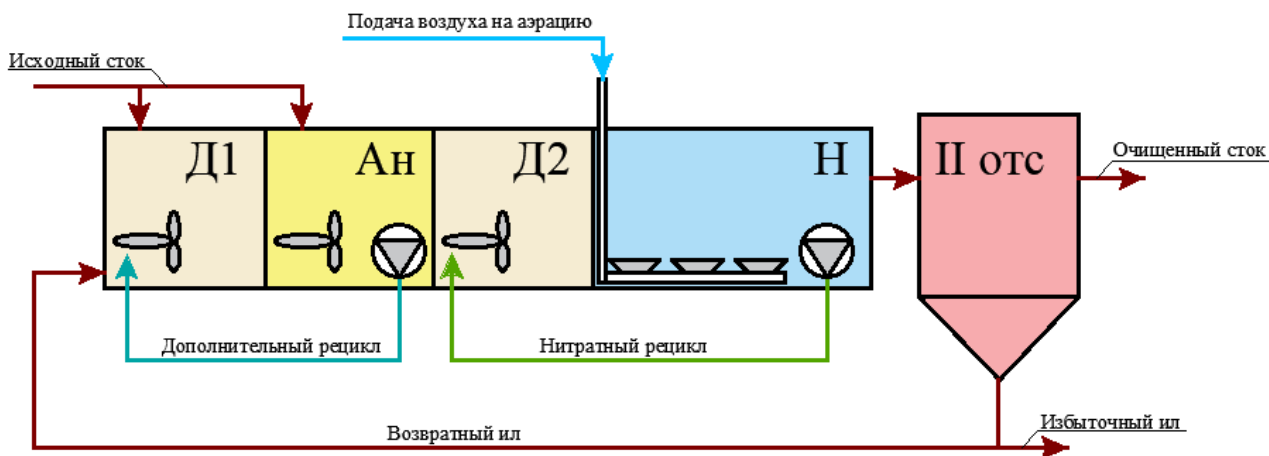


Рисунок 2 – Процесс The Johannesburg Process – JNB) [7]:

Д₁ – первая отдельная зона денитрификации (аноксидная), Д₂ – вторая отдельная зона денитрификации (аноксидная), А_н – анаэробная зона, Н – зона нитрификации (аэробная), П_{отс} – вертикальный вторичный отстойник

В более эффективном модифицированном варианте этого процесса в денитрификатор возвратного ила подается часть сточной воды (около 20%). Такая схема удаления фосфора успешно применяется на объектах в Санкт-Петербурге.

Процесс имеет следующие достоинства:

- требует минимального объема анаэробной зоны;
- не требует дополнительных рециклов (как в популярном UCT-процессе);
- обладает минимальными требованиями к соотношению БПК₅ к общему азоту, т.к. часть органического вещества на процесс денитрификации расходуется не из сточных вод, а из активного ила, в результате окисления запасенной илом органики (так называемый процесс эндогенного дыхания);
- при нехватке органики для расчетной денитрификации позволяет обеспечить приоритетную денитрификацию рецикла возвратного активного ила и, тем самым, защиту анаэробной зоны от поступления нитратов;
- позволяет очень гибко управлять процессом нитри-денитрификации, как в режиме пуска-наладки, так и в автоматическом режиме.

В процессе UCT (University of Cape Town) возвратный активный ил поступает в зону денитрификации, куда также попадает иловая смесь из анаэробной зоны (рисунок 3) [7]. Эта иловая смесь содержит как органические вещества, используемые для удаления нитратов, так и активный ил, содержащий микроорганизмы фосфат-аккумуляторы, уже накопившие внутриклеточные органические вещества, которые также используются при денитрификации. В анаэробную зону направляется иловая смесь после денитрификатора, содержащая минимум нитратов.

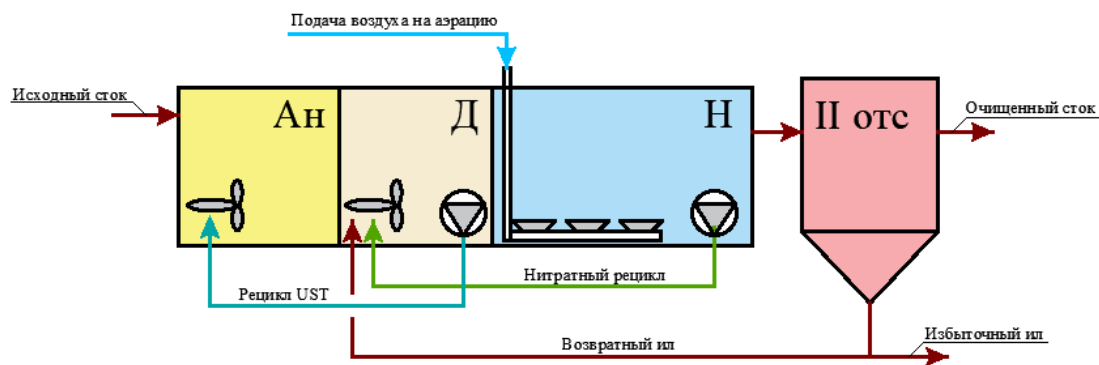


Рисунок 3 – Процесс Кейптаунского университета (UCT) [7]:

Д – зона денитрификации (аноксидная), Ан – анаэробная зона, Н – зона нитрификации (аэробная), П_{отс} – вертикальный вторичный отстойник

Таким образом, в двух вышеописанных процессах JNB, UCT достигается высокая защищенность анаэробной зоны от воздействия нитратов. Этот процесс в течение многих лет отработан на целом ряде крупных блоков и экспериментальных линий в АО «Мосводоканал» и показал хорошие результаты. Недостатком процесса UCT является то, что при нехватке органического вещества для денитрификации не только ухудшается удаление азота, но также и биологическое удаление фосфора, т.к. в анаэробную зону попадают нитраты.

Наибольшая защита анаэробной зоны от воздействия связанного при нитратах кислорода достигается в процессах, построенных по технологии МУСТ (модифицированный UCT процесс) в отличие от ранее рассмотренного UCT включает дополнительную зону денитрификации, куда поступает только возвратный активный ил и иловая смесь из анаэробной зоны (рисунок 4). Недостатком этого процесса является еще более высокая сложность его компоновки в аэротенке, приводящая к затруднению регулирования процесса нитри-денитрификации в ходе эксплуатации.

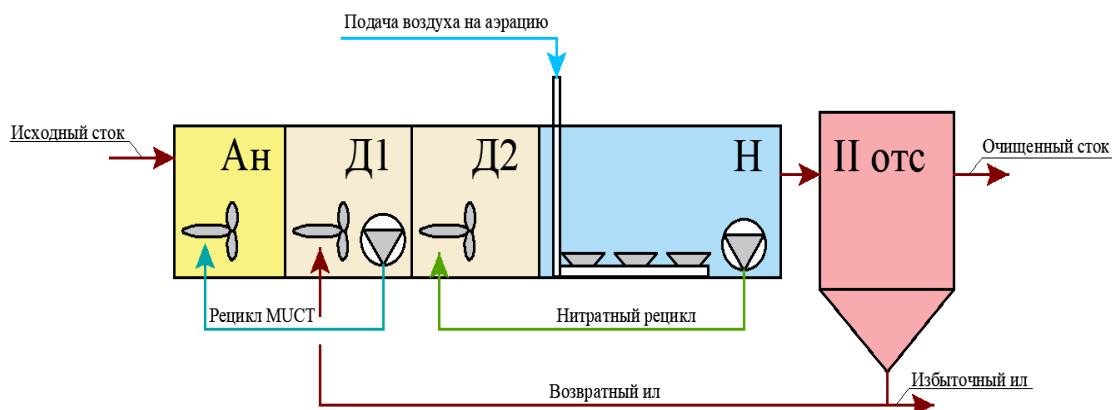


Рисунок 4 – Модифицированный процесс UCT (МУСТ) [7]:

Д₁ – первая отдельная зона денитрификации (аноксидная), Д₂ – вторая отдельная зона денитрификации (аноксидная), Ан – анаэробная зона, Н – зона нитрификации (аэробная), П_{отс} – вертикальный вторичный отстойник

На основании анализа преимуществ и недостатков процессов и опыта их применения, с учетом относительно небольшой производительности проекта применен ЛНВ-процесс, как более простой в компоновке и удобный для автоматического управления удалением азота.

Как показано в [6] расчетный вынос взвешенных веществ в любой момент не должен превышать 15 мг/л. Обеспечение такого значения осуществляется за счёт значительных площадей вторичных отстойников (реконструкция двух существующих радиальных отстойников диаметром 30м).

Выбор схемы процесса биологического удаления биогенных элементов производится на основании технико-экономического сравнения рассматриваемых вариантов.

В основу расчета объемов зон нитри-денитрификации положено поддержание минимально необходимого аэробного возраста активного ила, обеспечивающего сохранение в активном иле необходимой доли бактерий нитрификаторов.

Список источников

1. Хисамеева, Л. Р. Современные технологии биологической очистки сточных вод при проектировании малых очистных сооружений / Л. Р. Хисамеева, Е. С. Кручинина // 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. 168-175. – EDN YOLHCA.

2. Хисамеева, Л. Р. К вопросу об очистке сточных вод малых населенных пунктов / Л. Р. Хисамеева, Е. Кузнецова // Дальневосточная весна - 2020 : Материалы 18-й Международной научно-практической конференции по проблемам экологии и безопасности, Комсомольск-на-Амуре, 05 июня 2020 года / Редколлегия: И.П. Степанова (отв. ред.), Г.Е. Никифорова (зам. отв. ред.). – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2020. – С. 65-67. – EDN FOQQPB.

3. Khisameeva, L. Retehnologization of biological sewage water treatment facilities using mathematical modelling / L. Khisameeva, R. Abitov, R. Alimov // E3S Web of Conferences Volume 274 (2021) : 2nd International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering (STCCE - 2021), Kazan, 21–28 апреля 2021 года. Vol. 274. – France: EDP Sciences, 2021. – P. 8012. – DOI 10.1051/e3sconf/202127408012. – EDN JBCHYL.

4. СП 32.13330.2018. Канализация. Наружные сети и сооружения.- М.: Минрегион России, 2018. – 91с.

5. Корсакова, В. П. Разработка проекта сливной станции по приему жидких бытовых отходов / В. П. Корсакова, Л. Р. Хисамеева // 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. 88-94. – EDN SEYHNG.

6. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 10-2019. Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов.

7. Эффективная эксплуатация и расчет сооружений биологической очистки сточных вод / О. В. Харькина. Волгоград: Панорама, 2015.- 43.

© Хисамеева Л.Р., Нургалиев И.Р., 2026

Научная статья
УДК 628.3

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ВЫСОКООБВОДНЕННЫХ НЕФТЕЙ В НАПОРНЫХ ГИДРОЦИКЛОНАХ С ОЧИСТКОЙ ОТДЕЛЯЕМОЙ ПЛАСТОВОЙ ВОДЫ

Денис Владимирович Шишкин¹,
Андрей Валерьевич Бусарев²,
Ирина Геннадьевна Шешегова³

^{1,2,3}Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г.Казань, Россия

¹den-dsm@mail.ru

²reder100@myrambler.ru

³ig-7@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена вопросам обезвоживания высокообводненных нефтей в напорных гидроциклонах с очисткой отделяемой воды. В статье приведена схема опытной установки и результаты исследований процессов обезвоживания сырых нефтей в напорных гидроциклонах конструкции КГАСУ.

Ключевые слова: обезвоживание сырой нефти, обводненность нефти, пластовая вода, очистка пластовой воды, напорный гидроциклон.

Для цитирования: Шишкин Д.В., Бусарев А.В., Шешегова И.Г. Обезвоживание высокообводненных нефтей в напорных гидроциклонах с очисткой отделяемой пластовой воды // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.168

Original article

DEHYDRATION OF HIGHLY WATER-CUT OILS IN PRESSURE HYDROCYCLONES WITH PURIFICATION OF SEPARATED FORMATION WATER

Denis Vladimirovich Shishkin¹,
Andrey Valeryevich Busarev²,
Irina Gennadyevna Sheshegova³

^{1,2,3}Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russia

¹den-dsm@mail.ru

²reder100@myrambler.ru

³ig-7@mail.ru

Annotation. his article examines the dehydration of highly water-cut crude oils in pressure hydrocyclones with separated water purification. The article presents a schematic of a pilot plant and the results of studies on crude oil dehydration processes in pressure hydrocyclones designed by KSUAE.

Keywords: crude oil dehydration, oil water cut, formation water, formation water treatment, pressure hydrocyclone.

For citation: Shishkin D.V., Busarev A.V., Sheshegova I.G. Dehydration of highly water-cut oils in pressure hydrocyclones with purification of separated formation water // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation - Saratov: FGBOU VO Vavilov University, 2026, p.168

При длительной разработке нефтяных месторождений, особенно с применением методов повышения нефтеотдачи, увеличивается обводненность добываемой нефти [1]. На нефтепромыслах Республики Татарстан (РТ) она сегодня достигает 85-95% [2,3].

Для уменьшения затрат на перекачку сырой нефти в местах добычи проводится её предварительная обработка, заключающаяся в отделении от сырой нефти пластовой воды и её обессоливание [1,2]. При этом формируются нефтепромысловые сточные воды (НСВ), которые содержат нефтепродукты, твердую взвесь и растворенные в них минеральные соли [2,3]. Сброс таких сточных вод в водные источники невозможен. Утилизация этих стоков осуществляется за счет их закачки в нагнетательные или поглощающие скважины. С целью осуществления длительной эксплуатации таких скважин производится обработка НСВ для снижения в них концентрации взвешенных веществ и нефтепродуктов. Поэтому разработка технологии совместной подготовки сырой нефти и отделяемой от неё воды (СПНиВ) является актуальной проблемой в технологии первичной обработки сырой нефти [2,3].

В Казанском государственном архитектурно-строительном университете (КГАСУ) разработана установка технологии СПНиВ [2]. Её принципиальная схема и принцип работы представлены [4].

В КГАСУ проводились исследования процессов обезвоживания сырых нефтей в напорных гидроциклонах конструкции КГАСУ, работающих с противодавлением на сливах, с целью изучения геометрии этих аппаратов и

технологических параметров их работы. Исследования осуществлялись в НГДУ «Бавлынефть» ПАО «Татнефть».

Для проведения экспериментов в КГАСУ разработана опытная установка схема которой представлена на рис. 1 [5].

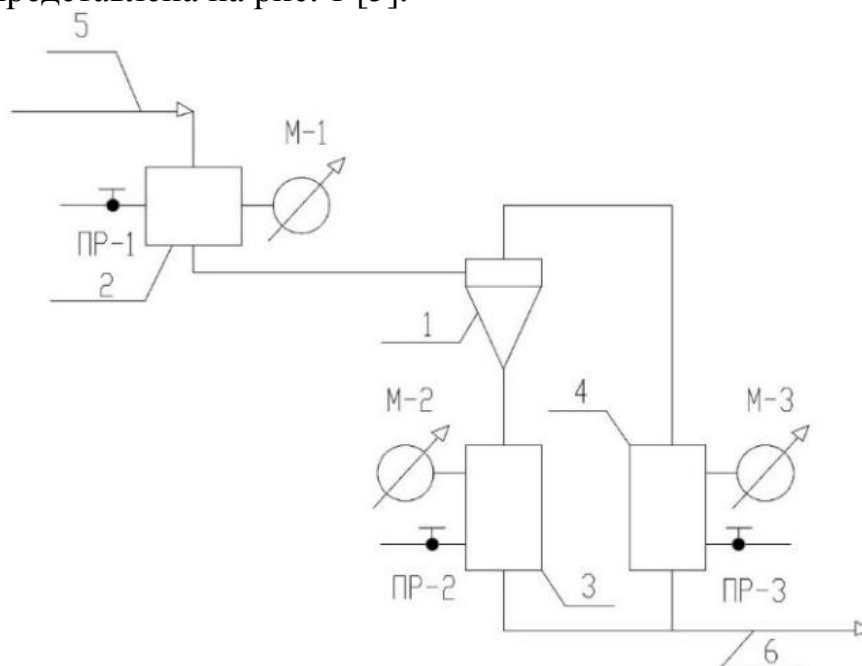


Рисунок 1 - Схема опытной установки

1 – напорный гидроциклон; 2 – успокоительная камера; 3 – напорная емкость нижнего слива; 4 – напорная емкость верхнего слива; 5 – подача нефти; 6 – производственная канализация; М-1, М-2 и М-3 – манометры для измерения давления на входе в гидроциклон и противодавление на сливах; ПР-1 – прободоотборники для отбора проб исходной нефти, отделенной пластовой воды и обезвоженной нефти

Принцип работы опытной установки приведен в [5].

Температура нефти, ее обводненность и концентрация в пластовой воде, расход эмульсии с нижнего и верхнего сливов напорных гидроциклонов определялись по методикам [6].

Эффективность обезвоживания $\mathcal{E}_{об}$, %, определялась по формуле [6]

$$\mathcal{E}_{об} = \frac{W_{исх} - W_{об}}{W_{исх}} \times 100$$

где $W_{исх}$ – обводненность исходной нефти, %

$W_{об}$ – обводненность нефти с верхнего слива гидроциклонов, %.

Результаты исследований приведены в табл. 1

Таблица 1

Тип гидроциклона	Давление, кгс/см ²		Температура исходной нефти, °С	Обводненность нефти %	
	на входе в гидроциклон	на сливах гидроциклона		исходной	обезвоженной
1	2	3	4	5	6
GC-40	3	1	20,5	78,5	25,0
	3	2		80,9	29,9

	4	1	20,4	82,3	21,6
	4	2		49,7	22,5
	5	1	20,3	80,4	18,5
	5	2		83,0	19,8
	5	3		75,6	18,6
	6	1	20,6	77,8	19,1
	6	2		79,1	20,7
	6	3		80,8	23,0
	6	4		81,2	24,6
GC-75	3	1	22,7	80,7	34,1
	3	2		81,1	36,5
	4	1	22,5	81,5	30,6
	4	2		81,3	32,7
	5	1	22,9	81,7	25,9
	5	2		82,2	28,4
	5	3		81,6	30,9
	6	1	22,6	80,8	23,4
	6	2		81,5	24,7
	6	3		81,4	26,5
	6	4		82,1	27,3
GC-100	3	1	21,5	82,4	51,5
	3	2		82,7	53,6
	4	1	21,3	83,8	47,3
	4	2		83,5	45,3
	5	1	22	81,5	41,7
	5	2		81,7	43,4
	5	3		81,4	44,0
	6	1	21,8	82,0	41,0
	6	2		80,9	41,3
	6	3		81,2	42,5
	6	4		81,8	43,6

Тип гидроциклона	$\varepsilon_{об}$, %	Концентрация нефтепродуктов в пластовой воде, мг/л	Расход, л/с		Производительность гидроциклона, л/с
			с верхнего слива гидроциклона	с нижнего слива гидроциклона	
1	7	8	9	10	11
GC-40	68,2	3 817,4	0,135	0,263	0,398
	63,0	3 775,0	0,117	0,195	0,312
	73,8	2 795,2	0,15	0,297	0,447
	71,8	2 743,5	0,126	0,24	0,366
	77,0	2 408,3	0,172	0,333	0,505
	76,1	2 975,2	0,149	0,3	0,449
	75,4	3 527,6	0,137	0,271	0,408
	75,4	2 587,8	0,174	0,343	0,517
	73,8	2 488,0	0,163	0,331	0,494
	71,5	2 568,7	0,154	0,305	0,459
	69,5	2 398,3	0,145	0,278	0,423

GC-75	57,7	4 531,9	0,137	0,922	1,119
	55,0	3 485,4	0,178	0,823	1,001
	62,5	2 912,5	0,3583	0,891	1,144
	59,8	3 156,3	0,234	0,853	1,087
	68,3	2 865,8	0,283	0,969	1,256
	65,5	3 215,7	0,271	0,985	1,166
	62,1	3 348,2	0,255	0,872	1,127
	71,0	2 764,3	0,314	1,38	1,694
	69,7	2 987,0	0,295	1,346	1,641
	67,4	3 189,1	0,284	1,296	1,58
	66,7	3 561,5	0,275	1,281	1,556
GC-100	37,5	3 688,7	0,371	1,795	2,166
	35,2	3 878,3	0,349	1,732	2,081
	43,6	3 591,5	0,443	1,883	2,326
	45,7	3 715,0	0,421	1,875	2,296
	48,8	3 041,8	0,57	1,962	2,532
	45,9	3 562,6	0,551	1,933	2,484
	45,9	3 795,2	0,538	1,912	2,45
	50,0	4 525,1	0,603	2,103	2,706
	48,9	4 985,0	0,592	2,074	2,666
	47,7	4 324,3	0,571	2,018	2,589
	46,7	4 772,4	0,565	1,922	2,487

Выводы:

- обводненность обработанной нефти составляет 16-55,2%;
- содержание нефтепродуктов в отделенной пластовой воде равна 2488-4531мг/л;
- эффект обезвоживания нефти для гидроциклона GC-40 составляет 63-77%, для гидроциклона GC-75 - 55-71%, а для GC-100 – 35,2-50%;
- максимальная производительность наблюдалась у гидроциклона GC-100, а минимальная – у гидроциклона GC-40;
- увеличение давления н входе в гидроциклоны ведет к росту их производительности и эффективности обезвоживания нефти;
- увеличение противодавления на сливах гидроциклонов уменьшает их производительность и эффективность работы этих аппаратов.

Для блочной гидроциклонной установки предварительного сброса рекомендуется использовать гидроциклон диаметром 75 мм, который имеет достаточно высокую эффективность работы и производительность.

Список источников

1. Байков Н.М. Сбор и промысловая подготовка нефти, газа и воды / Н.М. Байков, Г.Н. Позднышев, Р.И. Мансуров. – М.: Недра, 1981 – 262с.
2. Бусарев А.В. Интенсификация очистки нефтесодержащих сточных вод с применением гидроциклонов с противодавлением на сливах: 05.23.04: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Бусарев Андрей Валерьевич; - Казань, 1997. – 244 с.

3. Миронов В.А. Закачка сточных вод нефтяных месторождений в продуктивные и поглощающие горизонты. – М.: Недра, 1976 – 168 с.

4. Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Шишкин Д.В. Промысловая подготовка сырой нефти в гидроциклонных установках с очисткой образующейся пластовой воды // Научные технологии и инновации (XXVI научные чтения) [Электронный ресурс]: сб. докладов междунар. науч.-практ. конф.: Белгород: БГТУ, 2025. – С.354-358

5. Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Шишкин Д.В. Исследования процессов обезвоживания высокообводненных нефтей в напорных гидроциклонах с очисткой отделяемой пластовой воды// Научные технологии и инновации (XXVI научные чтения) [Электронный ресурс]: сб. докладов междунар. науч.-практ. конф.: Белгород: БГТУ, 2025. –С. 359-364

6. Бусарев А.В. Интенсификация очистки нефтесодержащих сточных вод с применением гидроциклонов с противодавлением на сливах: 05.23.04: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Бусарев Андрей Валерьевич; - Казань, 1997. – 244 с.

© Шишкин Д.В., Бусарев А.В., Шешегова И.Г., 2026

Обзорная статья
УДК 697. 245

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗОВОГО ЛУЧИСТОГО ОТОПЛЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Сергей Анатольевич Щербаков¹

Татьяна Васильевна Федюнина²

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

¹stroimontazh64@mail.com

²t.fediunina2010@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются особенности использования лучистого отопления в промышленности. Описаны преимущества применения лучистого отопления по сравнению с традиционным.

Ключевые слова: газовое лучистое отопление, классическое отопление, теплоноситель.

Для цитирования: Щербаков С.А., Федюнина Т.В. Преимущества применения газового лучистого отопления в промышленности // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.173

ADVANTAGES OF GAS RADIANT HEATING IN INDUSTRY

Sergey Anatolyevich Shcherbakov¹

Tatiana Vasilyevna Fedyunina²

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

¹ stroimontazh64@mail.com

² t.fediunina2010@yandex.ru

Abstract. The article discusses the features of using radiant heating in industry. The advantages of using radiant heating compared to traditional heating are described.

Keywords: gas radiant heating, classical heating, heat carrier.

For citation: Shcherbakov S.A., Fedyunina T.V. The Advantages of Using Gas Radiant Heating in Industry // Modern Problems and Prospects of Development of Construction, Heat and Gas Supply, and Energy Supply: Proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026, p.173

Классическая система отопления имеет несколько особенностей, не позволяющих эффективно обогревать промышленные здания, имеющие большие объемы. При классическом отоплении нагретый воздух поднимается вверх, образуя «тепловую подушку» под перекрытием, вследствие чего это ведет к большим потерям тепла. Необходимы значительные затраты на подготовку и использование теплоносителя. Высокое помещение (свыше 15 м) трудно качественно обогреть, используя классический метод отопления.

Решить эту проблему можно используя не классическую передачу тепла, а тепловое излучение, которое возможно в системах газового лучистого отопления.

Газовое лучистое отопление — это система, в которой тепло вырабатывается при сгорании газозоодушнoй смеси в излучающих трубах.

Все виды лучистого отопления обладают одним общим свойством — теплоотдача осуществляется тепловым излучением, а не конвекцией. При попадании на объекты тепловое излучение частично ими поглощается, превращается в тепло и вновь поступает в окружающую среду в виде излучения и конвекции. Чем выше температура поверхности излучающего тела, тем больше доля теплоотдачи излучением. Теплообмен между человеком и окружающей средой осуществляется в равной степени через конвекцию и излучение. Исследования показали, что температура в помещении, воспринимаемая человеком, в первом приближении соответствует средней величине температуры воздуха и температуры излучения окружающих поверхностей.

Инфракрасные излучатели в сравнении с другими отопительными системами имеют преимущество — температура в помещении может быть значительно ниже, а человек все равно будет чувствовать себя комфортно из-за тепла, выделяемого излучением. Благодаря этому сокращаются трансмиссионные и вентиляционные потери, реже нужно подтапливать помещение.

Еще одно важное энергетическое преимущество инфракрасных излучателей состоит в том, что при их работе не образуется так называемой «тепловой подушки» под кровлей. Вертикальное распределение температуры в помещении сравнительно однородно. При работе конвективных отопительных систем теплый воздух из-за своей низкой плотности поднимается вверх, под кровлю — в результате он покидает место пребывания человека. Поэтому, чтобы чувствовать себя комфортно, человек вынужден постоянно подтапливать помещение. При внедрении газового инфракрасного отопления возможно снизить затраты на отопление по сравнению с другими отопительными системами на 25-30%.

Газовые инфракрасные излучатели представляют собой систему в которой тепло вырабатывается при сгорании газозооушной смеси в излучающих трубах. Система состоит из горелки, вентилятора, излучающих труб и рефлектора. Источником теплоты в системе является модулировано управляемая газовая горелка закрытого типа, устанавливаемая на конце излучающей трубы. Во время работы горелка дает пламя, которое распространяется по длине первого участка трубы, а вакуумный вентилятор создает тягу для продуктов горения, которые затем, пройдя по всей длине устройства охлаждаются, при этом трубы испускают лучистое тепло. Поверхность труб нагревается в среднем от 350 до 750 °C и отдает свое тепло в помещение в основном посредством излучения. Над трубами крепится рефлектор из полированной стали, и вся конструкция подвешивается под крышей или на стене здания. Металлический рефлектор отражает инфракрасное излучение, направляя его вниз, в зоны пребывания людей. Трубы передают 55 — 75% теплоты излучением в рабочую зону помещения, обогревая людей, нагревая пол и оборудование. Остальные 45 — 25% теплоты компенсируют теплопотери кровли и верхнего пояса стен, а остывшие продукты сгорания отводятся в атмосферу через систему дымоудаления. Возможны два варианта организации дымоудаления — общая система дымоудаления (от группы обогревателей при помощи отдельно расположенного группового вентилятора) и индивидуальная система дымоудаления (от одного или двух обогревателей при помощи вентиляторов, встроенных обогреватели). Доля отводимой в атмосферу с продуктами сгорания теплоты составляет 8-10% общего количества тепла, полученного при сгорании газа.

Прямая передача энергии установками газового лучистого отопления (ГЛО) непосредственно на место пребывания человека полностью копирует метод работы солнца; правильно запроектированная и смонтированная система

ГЛО работает целенаправленно. Кроме того, при использовании газовых инфракрасных излучателей не требуется отдельного котельного помещения с дымовой трубой для вывода продуктов сгорания. Продукты сгорания удаляются через обычный металлический дымоход.

Необходимый температурный режим в помещении при использовании газового лучистого отопления автоматически регулируется заданным параметром температуры. По потребности также можно включать/отключать отдельные инфракрасные излучатели или группу излучателей. Специальная автоматика и наличие отдельных отопительных цепей может обеспечить также частичный обогрев помещения и обогрев по отдельным температурным зонам, благодаря этому достигается значительное снижение энергозатрат.

Возможно применение инфракрасных излучателей не только с целью отопления помещения, но и для снижения относительной влажности, например, в складских помещениях, где хранятся материалы, склонные к коррозии. Еще одним важным преимуществом газового лучистого отопления является отсутствие сквозняков, т. к. теплопередача осуществляется исключительно через излучение, а не посредством движения воздуха, как при использовании других отопительных систем.

Главное отличие лучистого отопления от классического заключается в прогреве площади помещения, а не объема помещения. Обогреватель с инфракрасным излучением размещается в верхней части здания и отдает тепло ограждающей конструкции, рабочему оборудованию, которые за счет конвекции обогревают рабочую зону. (Рис.1)

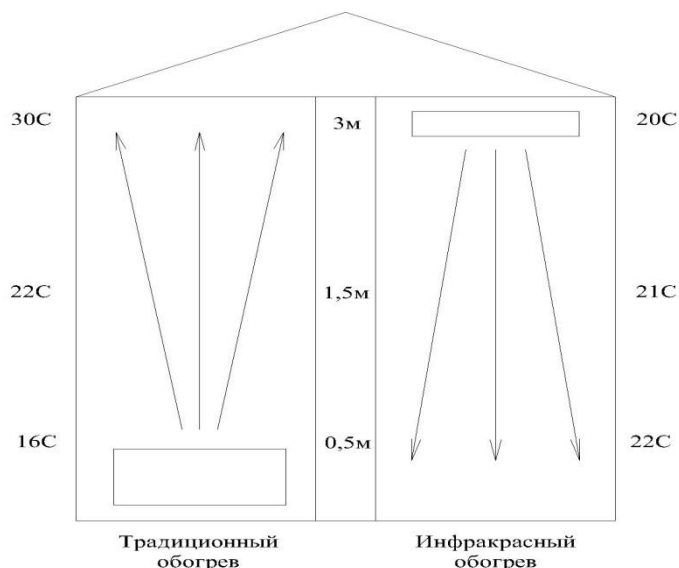


Рисунок 1 - Распределение температуры при традиционном и инфракрасном излучении

Системы газового лучистого отопления поддерживают в верхней части сооружения значительно меньшую температуру, а с увеличением высоты здания эта разность возрастает. В результате отсутствия «тепловой подушки» происходит перераспределение температур по высоте помещения. (Рис.2)

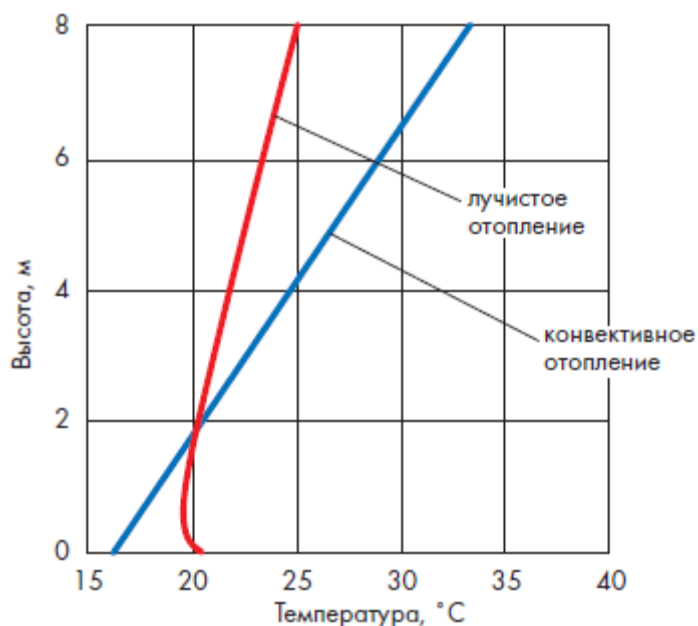


Рисунок 2 - Распределение температур по высоте помещения

Главными достоинствами газового лучистого отопления являются:

- отсутствие теплоносителя, снижение расходов на его подготовку, транспортировку по трубопроводам, а также обслуживание теплотрасс;
- возможность прогрева отдельных зон (участков, линий), в том числе расположенных на открытом воздухе;
- без инерционное выполнение функций дежурного отопления при вынужденном простое, в ночное время, праздничные и выходные дни;
- возможность снижения температуры воздуха в рабочей зоне (на 2–5 °С) при сохранении условий теплового комфорта.

Согласно СТО НП АВОК 4.1.5-2006. «Системы отопления и обогрева с газовыми инфракрасными излучателями» при использовании системы с газовым инфракрасным излучателям «затраты на ресурсы, необходимые для отопления промышленных помещений, сокращаются в 2,5-3 раза. Система просто устанавливается и полностью автоматизирована».

В результате в зоне высокой плотности излучения в помещение может нагреваться до температуры больше +25 °С, что является максимально допустимой гигиенической нормой.

В заключении можно сказать, что проектирование газового лучистого отопления является более целесообразным, чем использование классического отопления в связи с более экономическим использованием и простоте в эксплуатации.

Список источников

1. Принцип действия и устройство системы газового лучистого отопления (ГЛО) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://dzen.ru/a/YfuMSS0KSg2HNpOR>
2. 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 NAKDUN.

© Щербаков С.А., Федюнина Т.В., 2026

Обзорная статья
УДК 628.1

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВОДОПОДГОТОВКИ БАССЕЙНА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ФИЗКУЛЬТУРНО- ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ПО АДАПТИВНЫМ ВИДАМ СПОРТА

**Рашит Ринатович Яппаров¹,
Лилия Рахимзяновна Хисамеева²**

^{1,2}Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
г.Казань, Россия

¹rashit152@mail.ru

²khisameeva_liliya@mail.ru

Аннотация: В данной статье рассмотрены особенности проектирования водоподготовки бассейнов, на примере оздоровительного бассейна многофункционального физкультурно-оздоровительного комплекса по адаптивным видам спорта.

Ключевые слова: водоподготовка, бассейн, водоочистка, многофункциональный физкультурно-оздоровительный комплекс, установка, проектирование

Для цитирования: Яппаров Р.Р., Хисамеева Л.Р. Проектирование системы водоподготовки бассейна многофункционального физкультурно-оздоровительного комплекса по адаптивным видам спорта// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С.178

Review article

DESIGN OF A WATER TREATMENT SYSTEM FOR A SWIMMING POOL OF A MULTIFUNCTIONAL PHYSICAL EDUCATION AND RECREATION COMPLEX FOR ADAPTIVE SPORTS

**Rashit Rinatovich Yapparov¹,
Lilia Rakhimzyanovna Hisameeva²**

Abstract: This article examines the design features of water treatment for swimming pools, using the example of a health pool at a multifunctional sports and fitness complex for adaptive sports.

Key words: water treatment, swimming pool, water purification, multifunctional sports and fitness complex, installation, design.

For citation: Yapparov R.R., Khisameeva L.R. Design of a water treatment system for a swimming pool at a multifunctional physical education and recreation complex for adaptive sports// Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilovsky University, 2026. P.178

Проектирование многофункциональных физкультурно-оздоровительных комплексов по адаптивным видам спорта - это сложный процесс, требующий соблюдения целого ряда нормативов, чтобы обеспечить безопасность будущего объекта. Адаптивный спорт - это вид спорта, предназначенный для людей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ).

Спортивное сооружение рассматривается как инженерно-строительный объект с пространственно-территориальными границами, созданный для проведения спортивных и физкультурных мероприятий [1].

Данные комплексы - это реабилитационная экосистема, цель которой, социальная адаптация и физическая реабилитация лиц с ограниченными возможностями здоровья через занятия физической культурой и спортом. Такой комплекс должен соответствовать не только строительным нормам СП 59.13330 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения», но и специфическим требованиям международных федераций спорта.

Одним из самых востребованных блоков для реабилитации, является водный блок – бассейн. Проектирование бассейнов для адаптивных видов спорта регламентируется СП 310.1325800.2017 и СП 390.1325800.2018. Они требуют создание безбарьерной среды, обеспечивая доступность для людей с ОВЗ, и предъявляют следующие требования:

- параметры ванны 25м или 50м - наличие полого пандуса (съезда) для безопасного спуска колясок в воду;
- подъемные устройства - мобильные и стационарные подъемники у бортиков;
- переменная глубина ванн от 0,6-1,5м, для ЛФК и для обучения плаванию;
- температурный режим - температура воды 29-32⁰С, чтобы предотвратить спазмы у лиц с нарушением опорно-двигательного аппарата;

- усиленное освещение;
- сауны/хаммамы, с широкими проемами и доступом на колясках.

При проектировании спортивных сооружений технические решения по инженерным системам должны отвечать санитарно-гигиеническим, противопожарным, технологическим нормам.

По строительным и конструктивным характеристикам бассейны различают: по форме в плане - прямоугольные, круглые; по конструкции – на опорах, с опиранием на грунт полностью или частично; крытые (круглогодичные) и открытые (летние). По санитарно-техническому устройству и оборудованию бассейны различают в зависимости от того, как выполняются водный и технологический режимы

Бассейны спортивного и оздоровительного назначения снабжаются водой в основном из городского источника. Проектируют хозяйственно-питьевой, противопожарный и технический водопроводы, две системы горячего водоснабжения – для хозяйственно-бытовых нужд и для подогрева ванны бассейна, а также системы водоотведения.

Водный режим бассейна предусматривает три варианта системы: проточную (проточный водообмен); наливную (водообмен с периодической сменой воды); оборотную (рециркуляционный обмен). Наиболее широкое распространение получила оборотная система технического водообмена с очисткой, обеззараживанием и подогревом воды.

Раздел «Технология водоподготовки», является важным разделом проекта бассейна и включает расчет и подбор оборудования, порядок монтажа, и автоматизацию процесса.

В состав оборудования, обеспечивающего очистку и дезинфекцию циркулирующей воды, входит: устройство для удаления крупных загрязнений (предварительная очистка); установка для удаления высокодисперсных примесей, обуславливающих мутность и цветность воды (глубокая очистка); установка для обеззараживания воды; реагентные установки; циркуляционные насосы, обеспечивающие водообмен; установки для подогрева циркуляционной воды; контрольно-измерительные приборы и системы автоматического управления [2].

Показатели и нормативы качества воды для бассейнов должны отвечать требованиям СанПиН 2.1.2.1188-03 «Плавательные бассейны. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды».

Методы водоподготовки следует выбирать, сопоставляя состав исходной воды и ее качество, регламентированное нормативными документами или определяемое потребителем воды. После предварительного выбора методов очистки воды анализируются возможности и условия их применения в зависимости от поставленной задачи. Оптимальная схема очистки часто представляет собой многоступенчатый процесс, включающий комбинацию различных методов [3].

Объектом проектирования является система водоподготовки бассейна многофункционального физкультурно-оздоровительного комплекса по

адаптивным видам спорта. Функционально сооружение бассейна объединяет одну ванну, а также помещения, обеспечивающие его техническую эксплуатацию. По своему виду и предназначению относится к оздоровительному бассейну, используется в целях оздоровительного плавания людей различных возрастов, для купания, общеразвивающих упражнений и игр в воде (рисунок 1). Пропускная способность бассейна – максимальное количество людей, которое может находиться в бассейне в воде, составляет 40 человек. Время полного водообмена - не более 6 часов [4]. Температура воды в бассейне – +26 - 29 °С [4].

В соответствии с нормативными документами, архитектурно-планировочными решениями, техническим заданием приняты следующие нормы:



Рисунок 1 – Общий вид зала бассейна

- форма чаши «прямоугольная»;
- внутренние размеры 25,03 × 11,0 м, глубиной 1,2 - 1,8 м;
- тип бассейна по характеру водообмена – рециркуляционный (оборотный) [4];
- отвод воды на фильтрацию через переливные желоба [4];
- подача воды в ванну через отверстия в дне чаши [5];
- предусмотрен уступ для отдыха 0,12 м, в местах, где глубина воды более 1,2 м [6];
- площадь зеркала воды на 1 человека – не менее 6 м² [4].

Технологические решения водоочистки предусматривают и зависят от назначения бассейна, времени водообмена, скорости фильтрации, общего объема воды и пропускной способности.

Система водоподготовки состоит из нескольких технологических ступеней: узел регулирования уровня воды; узел циркуляции; узел фильтрации; узел дополнительной дезинфекции (опционно); узел нагрева; узел дозирования химических реагентов.

Ввиду значительного количества технологического оборудования, из которого состоит каждый узел, необходимости управления работой оборудования внутри узлов и дальнейшей координации работы узлов между собой, оптимальным решением является комплектация системы водоподготовки по модульному принципу.

Каждый модуль является полностью укомплектованным и смонтированным технологическим узлом. Принципиальная схема представляет из себя набор из последовательно расположенных модулей, функционально отвечающих соответствующей ступени водоподготовки (рисунок 2). Это упрощает монтаж на объекте, сокращает сроки строительства, позволяет избежать ошибок, связанных с неквалифицированным монтажом и осложнений при дальнейшей эксплуатации.

Подбор модулей производится в соответствии с назначением бассейна, его объёмом и предъявляемыми к нему санитарно-гигиеническими требованиями [4]. Принято модульное оборудование в составе: узел подпитки; насосная станция; колонна фильтрации; узел нагрева; узел дозирования химреагентов.

Из ванны бассейна вода отбирается в систему водоподготовки, очищается, подогревается, дезинфицируется и возвращается в ванну. Рабочие параметры системы водоподготовки зависят от назначения бассейна и объёма ванны. Водообмен обеспечивается напорной подачей подготовленной воды через форсунки, расположенные на дне ванны или нижней части стены с вытеснением наиболее загрязнённого верхнего слоя в переливные желоба (лотки перелива), расположенные в верхней части стены.

Из лотка перелива вода самотеком попадает в балансный резервуар. Размер балансного резервуара позволяет компенсировать объём вытесненной воды, зависящий от количества и активности купающихся.

Поддержание необходимого рабочего уровня воды, защита от перелива, долив воды перед процессом промывки, регламентированное добавление воды во время купальных мероприятий, учёт потребляемой воды из ХВС осуществляется узлом подпитки. Добавление воды производится в балансный резервуар через разрыв струи.

Из балансного резервуара вода отбирается насосной станцией (рисунок 3). Насосная станция обеспечивает круглосуточный и бесперебойный водообмен, создаёт напор, необходимый для работы системы водоподготовки. Регулируемая производительность позволяет поддерживать требуемый циркуляционный расход в режимах фильтрации и промывки, компенсируя гидравлическое сопротивление. Встроенный узел дозирования коагулянта, оборудованный статическим смесителем, позволяет добиться максимального смешивания реагента с потоком обрабатываемой воды, сокращая его расход за счёт увеличения эффективности процесса коагулирования.

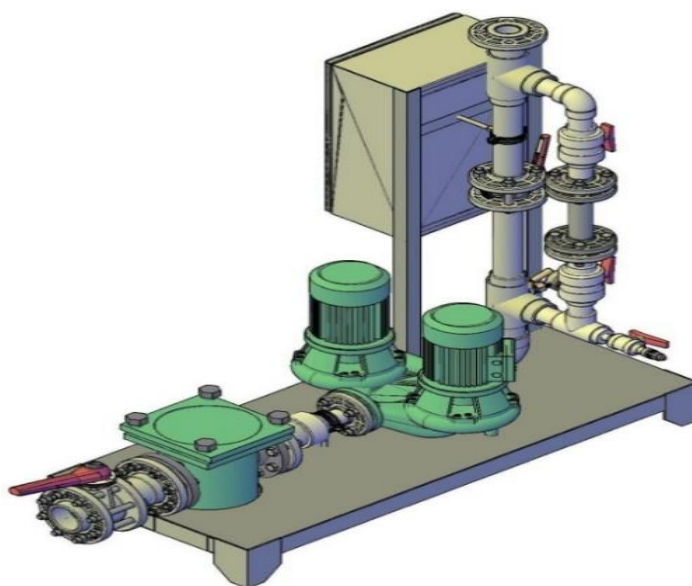


Рисунок 3 - Насосная станция модель "PS 40-80"

На следующей ступени водоподготовки происходит механическая очистка воды колонной фильтрации (рисунок 4). Принцип работы основан на процеживании циркуляционного потока через колбы с фильтрующим наполнителем. Определяющими характеристиками являются площадь фильтрации, скорость фильтрации, высота засыпки и состав наполнителя. В качестве наполнителя принят запатентованный 2-х компонентный фильтрующий материал, состоящий из силикатного стекла и кварцевого песка, который создаёт в фильтровальных колбах 2-а мелкозернистых разнородных слоя. Применение колб с увеличенной высотой обеспечивает необходимую эффективную высоту засыпки каждого слоя, формируя внутри каждой колбы 2-е последовательные, полноценные ступени фильтрации. Интенсификация процесса фильтрования позволяет добиться максимальной степени механической очистки воды и как следствие, значительного сокращения расхода химического реагентов.

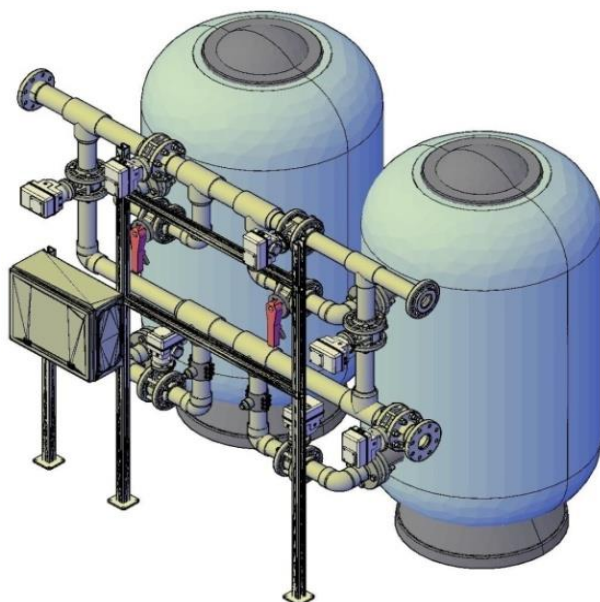


Рисунок 4 - Колонна фильтрации модель "FC 308"

Следующий узел водоподготовки не является регламентируемым. Применяется, как дополнительный метод дезинфекции. Заключается в обработке циркуляционного потока воды ультрафиолетовым излучением. Вода пропускается через камеру обеззараживания, внутри которой установлена бактерицидная лампа, работающая в широком диапазоне ультрафиолетового спектра (УФ среднего давления). Технология обработки воды УФ лампами среднего давления позволяет нейтрализовать бактерии, вирусы, простейшие микроорганизмы, повысить эффективность хлорирования и разложения связанного хлора.

Далее вода поступает на узел нагрева - технологическая ступень, отвечающая за первоначальный нагрев и дальнейшее поддержание температуры воды бассейна (рисунок 5). Циркуляционный поток пропускается через водо-водяные теплообменники. Предусмотрено противоположное направление движения теплоносителя и нагреваемой среды. Для исключения "запираания" потока теплоносителя и перепадов температуры воды в бассейне в режиме поддержания, применяется 3-х ходовой регулирующий клапан с разделительным принципом действия.

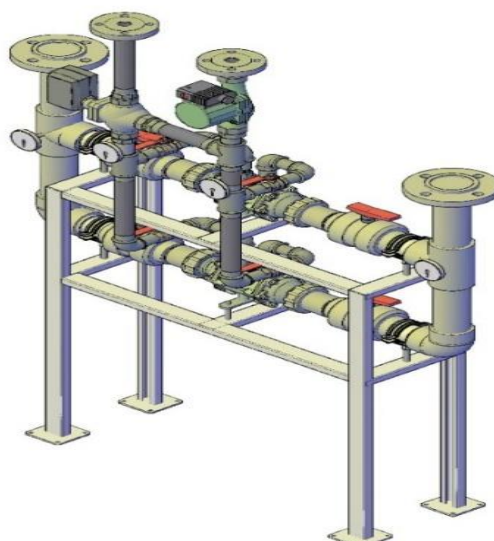


Рисунок 5 – Узел нагрева "НТ 340Т"

Последней ступенью системы водоподготовки является узел дозирования химреагентов. Растворы подаются в трубопровод малыми дозами в необходимом количестве. В качестве дезинфектора применяются хлорсодержащие реагенты. Для коррекции водородного показателя применяются растворы соляной или серной кислоты. Дезинфектор обеспечивает непрерывное обеззараживание воды в ванне бассейна. рН-корректор контролирует кислотно-щелочной баланс воды, влияющий на активность дезинфектора и комфорт посетителей. При этом, требования к ПДК реагентов в воде бассейна аналогичны к требованиям для питьевой воды. Предусмотренная схема дозирования не предполагает организацию специализированного места хранения химических реагентов, т.к. исключает процесс изготовления и хранения реагентов на месте. Реагенты находятся в химических стойких полиэтиленовых герметичных баках насосов-дозаторов в объеме, необходимом для бесперебойной работы системы в течение 2 недель. Поставка и заполнение баков осуществляется по мере необходимости специализированной организацией.

Технологической схемой предусмотрен дренажный резервуар. Свободный объем дренажного резервуара вмещает объем воды от промывки одного фильтра бассейна. Вода из дренажного резервуара отводится дренажными насосами в хозяйственно-бытовую канализацию.

Технологической схемой предусмотрен аварийный приямок для случаев перелива балансного и дренажного резервуаров. Вода из аварийного приямка отводится дренажными насосами в хозяйственно - бытовую канализацию.

Материал изготовления трубопровода и фасонных изделий системы водоподготовки принят из НПВХ (соединение клеевое), отличающийся повышенной стойкостью к агрессивным средам, коррозионной стойкостью, сопротивлением отложений на стенках, малым гидравлическим сопротивлением и весом.

Для лабораторного контроля воды на всех этапах водоподготовки, технологической схемой предусмотрены краны отбора проб [4]: поступающей (водопроводной) воды; до механической фильтрации; после механической фильтрации; после дозирования химических реагентов, перед подачей в чашу бассейна.

Список источников

1. Кузнецова, Е. С. Особенности проектирования внутренних систем водоснабжения спортивного комплекса / Е. С. Кузнецова, Л. Р. Хисамеева // Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии : Сборник статей XXIII Международной научно-практической конференции, Пенза, 26–27 апреля 2021 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2021. – С. 109-113.
2. Системы водоснабжения и водоотведения бань и бассейнов: учебно-практическое пособие/ Л.И. Соколов.- М.: Инфа - Инженерия, 2017.-216с.
3. Зарипов, Р. И. Водоподготовка на промышленном предприятии / Р. И. Зарипов, Л. Р. Хисамеева // 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. 55-63.
4. СП 2.1.3678-20 Санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации помещений, зданий, сооружений, оборудования и транспорта, а также условиям деятельности хозяйствующих субъектов, осуществляющих продажу товаров, выполнение работ или оказание услуг / Утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 24.12.2020 № 44. – М.: 2021. – 60.
5. ГОСТ Р 53491.1-2009 Бассейны. ПОДГОТОВКА ВОДЫ. Часть 1. Общие требования / Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2009 г. № 685-ст. – М.: 2010. – 69 с.
6. СП 310.1325800.2017 «Бассейны для плавания. Правила проектирования / Утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 26 декабря 2017 г. № 1716/пр. – М.: 2018. – 46с.

© Яппаров Р.Р. Хисамеева Л.Р., 2026

Секция 2

Тенденции совершенствования строительных технологий и процессов

Научная статья
УДК 691.618.93

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОБЛЕГЧЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ НАСЫПЕЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ИЗ ПЕНОСТЕКЛЬНОГО ЩЕБНЯ НА ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Сергей Романович Белицкий

ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия
ds.dobrinho@bk.ru

Аннотация. В статье осуществлен анализ эффективности использования пеностеклянного щебня как основы для легких дорожных насыпей на просадочных грунтах Республики Алтай. Исследованы инженерно-геологические характеристики территории, физико-механические параметры этого материала, а также процессы взаимодействия насыпей с неустойчивым основанием. Также оценены прочность, экономичность и экологическая безопасность применения пеностекла. С привлечением данных из нормативных актов и опыта в области строительства дорог делается вывод о практичности применения данного подхода в условиях изменчивой топографии, высокой сейсмической активности и повышенной влажности окружающей среды.

Ключевые слова: пеностеклянный щебень, просадочные грунты, автомобильные дороги, облегчённые насыпи.

Для цитирования: Белицкий С.Р. Исследования эффективности применения облегченных конструкций насыпей автомобильных дорог из пеностеклянного щебня на просадочных грунтах в геологических условиях республики Алтай // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XV Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С.188

Original article

RESEARCH OF THE EFFECTIVENESS OF USING LIGHTWEIGHT CONSTRUCTIONS OF ROAD PIPELINES MADE OF FOAMED GLASS CRUSHING ON SUBSIDE SOILS IN THE GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF ALTAI

Sergey Romanovich Belitsky

1st year master's student of the Faculty of Architecture and Civil Engineering

I.T. Trubilin Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

ds.dobrinho@bk.ru

Abstract. The article analyzes the effectiveness of using foam glass crushed stone as a base for light road embankments on subsiding soils in the Altai Republic. The engineering and geological characteristics of the territory, the physical and mechanical properties of this material, and the interaction of embankments with unstable foundations are studied. The strength, cost-effectiveness, and environmental safety of using foam glass are also evaluated. Drawing on data from regulations and experience in road construction, the article concludes that this approach is practical in areas with variable topography, high seismic activity, and high humidity.

Keywords: foam glass crushed stone, subsidence soils, highways, and lightweight embankments.

For citation: Belitsky S.R. Research on the effectiveness of using lightweight structures of road embankments made of foam glass crushed stone on subsiding soils in the geological conditions of the Altai Republic // Modern Problems and Prospects of Construction, Heat and Gas Supply, and Energy Supply: Proceedings of the XV National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026. P.188

Разработка транспортной сети в высокогорных и межгорных зонах России связана с рядом инженерных и климатических проблем, требующих инновационных подходов к проектированию. В Республике Алтай преобладают лессовидные грунты с высокой степенью просадки, глубоким сезонным замерзанием, активной сейсмичностью и сложной гидрологией. В таких условиях устройство традиционного дорожного полотна становится экономически неэффективным и ненадежным на предполагаемый период эксплуатации [2, с. 46; 4]. Оптимизация оснований с помощью замены тяжелого грунта на легкие заполнители является перспективным направлением в строительстве дорог. Среди альтернативных материалов пеностеклянный щебень выделяется легкостью, структурной устойчивостью, отсутствием водопоглощения и высокой долговечностью.

Пеностекло представляет собой ячеистый материал, получаемый путём вспучивания стекловидной массы с последующим дроблением на фракции, соответствующие требованиям дорожной отрасли [1]. Его внутренняя структура состоит из закрытых пор, изолированных друг от друга, что обуславливает принципиальные эксплуатационные преимущества. Низкая насыпная плотность материала обеспечивает многократное снижение нагрузки на основание по сравнению с традиционными грунтами, при этом прочность на сжатие остаётся достаточной для восприятия статических и динамических воздействий от транспортных потоков. Гидрофобность пеностеклянного щебня

исключает капиллярный подсос влаги и накопление воды в теле насыпи, что особенно критично в условиях региона с выраженными паводковыми периодами и высоким уровнем грунтовых вод в межгорных впадинах. Химическая инертность пеностекла исключает его реакции с агрессивными составляющими почв и дорожными химикатами. Морозостойкость этого материала гарантирована за счет отсутствия воды в порах, что исключает риск разрушения от замерзания. В сравнении с другими лёгкими наполнителями, такими как керамзит или вспененные бетоны, пеностекло выделяется огнестойкостью, экологической безопасностью и сохранением свойств на долгий срок. Технология его монтажа не требует тяжелой техники, позволяет эффективно работать в условиях сложной местности и облегчает быстрое строительство. Взаимодействие с геосинтетиками позволяет создавать усиленные и дренажные слои, предотвращая перемещение мелких частиц и равномерно распределяя нагрузки.

Применение легких насыпей из пеностекольного щебня на просадочных грунтах оказывается высокоэффективным благодаря комплексу физико-механических свойств материала. Снижение массы насыпей пропорционально уменьшает давление на основание, удерживая его ниже порогового значения для деформаций грунта. Это обеспечивает стабильность лессовой структуры под воздействием влаги и предотвращает просадки, поддерживая правильную геометрию основания. Пеностекольный щебень с закрытой пористой структурой эффективно отводит влагу, защищая от избыточного увлажнения, что критично для климатических условий Республики Алтай с его переменным увлажнением, способствующим трещинам и оседанию дорожной поверхности. В районах с сейсмической активностью легкая насыпь ведет к снижению амплитуды колебаний при землетрясениях, укрепляя динамическую устойчивость и минимизируя риски сдвига в откосах. Исследования утверждают, что оптимальная толщина слоя щебня варьируется от 60 до 100 см, что сочетает нагрузочное снижение с сохранением несущих способностей основания. Использование геотекстиля предотвращает засорение пор щебня и сохраняет его дренирующие функции. Укрепление откосов с помощью георешеток обеспечивает стабильность и защиту от эрозийных процессов при интенсивном стоке. Эти инженерные решения формируют долговечную систему, требующую минимального обслуживания и ремонта.

Исследование жизненного цикла дорожных конструкций выявляет, что первичные инвестиции в пеностекольный щебень обычно выше по сравнению с традиционными материалами из-за стоимости самого щебня и специфики его доставки в местности с горным рельефом. Несмотря на это, экономия достигается за счёт уменьшения объёма земляных работ, исключения необходимости в применении дорогих технологий укрепления оснований, сокращения времени строительства и ограничения использования тяжёлой строительной техники. В долгосрочной перспективе выгода от использования пеностекольного щебня становится очевидной благодаря снижению затрат на текущее обслуживание и капитальный ремонт дорог: отсутствие трещин,

просадок и морозного пучения резко уменьшает потребность в частых ремонтах. Применение лёгких насыпей по исследованиям оправдывает начальные инвестиции в течение семи-восьми лет, после чего общая стоимость жизненного цикла становится ниже, чем у альтернативных конструкций. Экологические преимущества использования пеностекольного щебня не менее значительны: сокращение перевозок тяжёлых грунтов, меньший расход энергии на уплотнение насыпей и отказ от химической стабилизации грунтов значительно уменьшают экологический отпечаток строительных проектов.

Исследование подтвердило высокую перспективность использования пеностекольного щебня для строительства лёгких дорожных насыпей на просадочных почвах Алтая. Уменьшение массы насыпи позволяет контролировать вертикальные напряжения, предотвращая просадочные деформации [3, с. 118; 5]. Водоотталкивающие и дренирующие характеристики этого материала препятствуют скоплению воды в основании, что критично при сезонных замерзаниях и паводках. Понижение инерционных нагрузок улучшает динамическую устойчивость конструкций, что важно для сейсмоустойчивого строительства в горах [6]. Несмотря на умеренное увеличение капитальных затрат на начальном этапе, совокупная стоимость жизненного цикла снижается за счёт сокращения сроков возведения, минимизации эксплуатационных ремонтов и уменьшения экологического воздействия. Успешная реализация технологии требует строгого соблюдения проектных решений, включающих устройство дренажных прослоев, применение разделительных геосинтетических материалов, армирование откосов и контроль качества укладки.

Список источников

1. ГОСТ Р 57428–2017. Щебень из пеностекла для дорожного строительства. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2017.
2. Козлов А.И., Туманов В.Н. Инженерно-геологические особенности просадочных грунтов межгорных котловин Республики Алтай // Геотехника. – 2019. – № 3. – С. 45–53.
3. Шестаков В.Л., Беляев А.С. Деформационные характеристики лессовидных грунтов Алтая при динамических и фильтрационных воздействиях // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 2. – С. 112–124.
4. 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. – DOI 10.21285/2227-2917-2025-2-347-358. – EDN CGXVOI.
5. 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. – EDN SLTLYA.
6. Иванов, М. Ф. Экономическая устойчивость как инструмент антикризисного управления, обеспечивающий социально-экономическое

развитие строительного предприятия / М. Ф. Иванов, Е. В. Балабенко, А. В. Коросташовец // Экономика строительства и городского хозяйства. – 2019. – Т. 15, № 1. – С. 53-60. – EDN TKWKXG.

© Белицкий С.Р., 2026

Научная статья
УДК 69.05:69.032.22

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Михаил Владимирович Булах ¹

Мирон Андреевич Бежаев²

^{1,2} Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия

¹mihailbulax@yandex.ru

²mironbezhaev@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются особенности возведения высотных зданий в условиях плотной городской застройки. Определены направления совершенствования технологии работ, включающие поэтапную корректировку строительного генерального плана, упорядочение поставок материалов, рациональную организацию вертикального транспорта и координацию отдельных видов работ. На примере условного высотного объекта показано, что комплексный подход позволяет снизить организационные потери и повысить устойчивость строительного процесса. Предложенные решения могут быть использованы при разработке проектов организации строительства и проектов производства работ.

Ключевые слова: высотные здания, плотная городская застройка, строительные процессы, организационно-технологические решения, логистика строительства, строительная площадка, совершенствование технологии.

Для цитирования: Булах М.В., Бежаев М.А. Совершенствование технологии строительных процессов при возведении высотных зданий в условиях плотной городской застройки// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием - Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.192

Original article

IMPROVING CONSTRUCTION PROCESSES FOR HIGH-RISE BUILDINGS IN DENSE URBAN AREAS

Mikhail Vladimirovich Bulakh¹

Miron Andreevich Bezhaev²

^{1,2}Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

¹mihaibulax@yandex.ru

²mironbezhaev@yandex.ru

Abstract. This paper examines the specific features of high-rise construction in dense urban areas. The study outlines practical ways to improve construction technology, including step-by-step adjustment of the construction master plan, better scheduling of material deliveries, more efficient organization of vertical transport, and coordination of individual work operations. Using a hypothetical high-rise project as an example, the paper demonstrates that an integrated approach can reduce organizational losses and improve the stability of the construction process. The proposed solutions can be applied when developing construction organization projects and work execution plans.

Keywords: high-rise buildings, dense urban development, construction processes, organizational and technological solutions, construction logistics, construction site, technology improvement.

For citation: Bulakh M.V., Bezhaev M.A. Improving the technology of construction processes in the construction of high-rise buildings in dense urban areas // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: Proceedings of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.192

В современных условиях высотное строительство остаётся одним из наиболее востребованных направлений развития городской среды. Дефицит свободных территорий и необходимость освоения участков в пределах сложившейся застройки приводят к тому, что новые объекты всё чаще возводятся в условиях ограниченного пространства и непосредственной близости существующих зданий [1]. В этих условиях эффективность строительства определяется не только конструктивными и архитектурными решениями, но и качеством организации и технологии выполнения строительно-монтажных работ.

Специфика возведения высотных зданий в плотной городской застройке состоит в том, что строительная площадка, как правило, имеет ограниченные размеры и примыкает к существующим зданиям, инженерным коммуникациям, автомобильным дорогам и пешеходным зонам [2]. Это существенно затрудняет размещение временных сооружений, складов, подъездных путей, зон разгрузки материалов и стоянок техники. Дополнительные ограничения связаны с необходимостью обеспечить безопасность окружающей застройки, снизить шумовое и пылевое воздействие, а также сохранить нормальное функционирование городской инфраструктуры в период строительства.

В таких условиях традиционные схемы организации строительных процессов не всегда оказываются эффективными. Если на свободной площадке возможно создание запасов материалов, устройство нескольких зон складирования и свободное маневрирование техники, то в плотной городской застройке подобные решения существенно ограничены. Это повышает взаимозависимость отдельных операций, увеличивает риск простоев, усложняет координацию поставок и перемещения материалов. В результате несогласованность действий участников строительства приводит к дополнительным временным и организационным потерям.

Одной из наиболее сложных задач становится организация логистики. Для высотного строительства характерен значительный объём поставляемых материалов, конструкций и оборудования, однако на стеснённой площадке длительно хранить их практически невозможно. Это требует перехода к более чёткой системе поставок, при которой материалы поступают в объёмах, соответствующих конкретным этапам работ [3]. Несвоевременная поставка вызывает задержки, а избыточная - перегружает площадку и затрудняет перемещение рабочих и техники. Следовательно, логистическое обеспечение следует рассматривать как один из ключевых элементов совершенствования технологии строительных процессов.

Важной задачей является обеспечение согласованной работы грузоподъёмной техники. При возведении высотных зданий подача материалов и конструкций на этажи во многом определяется тем, насколько слаженно используются башенные краны, подъёмники и другие средства вертикального транспорта. В плотной городской застройке зона их действия ограничена соседними объектами, а количество мест для безопасной разгрузки и временного складирования минимально [4]. Если работа техники не увязана с последовательностью строительно-монтажных операций, возникают простои, пересечение потоков и снижение производительности. Поэтому совершенствование технологии строительных процессов должно предусматривать рациональное распределение зон обслуживания, согласование крановых операций с календарным графиком и применение поэтапных схем подачи материалов.

Одним из основных направлений совершенствования является более детальная проработка строительного генерального плана. В современных условиях стройгенплан не должен рассматриваться как статичная схема, разработанная только на начальном этапе строительства [5]. При возведении высотных зданий в плотной городской застройке он должен иметь поэтапный характер и корректироваться по мере изменения стадии строительства [6]. На начальном этапе приоритет отводится организации подъездов, зон разгрузки, мест размещения временных сооружений и техники. В дальнейшем пространство перераспределяется с учётом роста объекта, изменения маршрутов перемещения материалов и перераспределения рабочих зон. Такой подход позволяет рациональнее использовать ограниченную территорию и снижать вероятность взаимных помех между процессами [7].

Существенную роль играет и более продуманная система материально-технического обеспечения. В условиях плотной городской застройки целесообразно организовывать поставки по согласованному графику, минимизирующему объём складирования на площадке. Не менее важно повышать степень заводской готовности конструкций и элементов. Применение укрупнённых блоков, подготовленных монтажных узлов и комплектных поставок сокращает продолжительность отдельных операций на объекте и уменьшает потребность в промежуточном складировании. Это, в свою очередь, снижает нагрузку на ограниченное пространство строительной площадки и способствует более ритмичному выполнению работ.

Поэтапная и зональная организация строительных процессов позволяет сделать выполнение работ более упорядоченным и эффективным. Деление объекта на технологические захватки позволяет перераспределять нагрузку на площадку, уменьшать пересечение потоков рабочих, техники и материалов, а также обеспечивать более равномерное выполнение работ. При этом важно, чтобы монолитные, монтажные, отделочные и инженерные процессы были увязаны не только по срокам, но и по пространственному расположению. Последовательное смещение работ по этажам или зонам позволяет сохранить ритмичность строительства и сократить простои, возникающие из-за взаимных помех.

Отдельного внимания заслуживает применение современных цифровых инструментов планирования и координации. Использование календарно-сетевых графиков, цифровых моделей строительной площадки и средств оперативного контроля поставок способствует более точной организации процессов. В условиях плотной городской застройки это особенно важно, поскольку даже незначительное отклонение по срокам поставки, разгрузки или освобождения рабочей зоны может привести к цепочке задержек. Цифровая координация позволяет заранее выявлять конфликтные участки, корректировать последовательность операций и поддерживать согласованность действий всех участников строительства. Основные направления совершенствования технологии строительных процессов при возведении высотных зданий в условиях плотной городской застройки представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Основные направления совершенствования технологии строительных процессов при возведении высотных зданий в условиях плотной городской застройки

Практическую значимость предложенных решений можно показать на примере условного жилого высотного здания высотой 27 этажей, строительство которого ведётся в пределах сложившейся городской застройки. При традиционной схеме организации работ на площадке возникают трудности с разгрузкой материалов, перегрузка складских зон и пересечение транспортных маршрутов. Введение поэтапного стройгенплана, разделение объекта на технологические зоны, организация поставок по временным интервалам и увязка работы крана с графиком основных процессов позволяют сделать строительный поток более упорядоченным. В результате снижается вероятность организационных простоев, повышается управляемость строительством и улучшаются условия безопасного выполнения работ.

Основные проблемы строительных процессов в условиях плотной городской застройки и направления их решения представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные проблемы строительных процессов при возведении высотных зданий в условиях плотной городской застройки и направления их решения

Проблема	Причина возникновения	Последствия	Направление совершенствования
Недостаток площади для складирования	Ограниченные размеры строительной площадки	Перегрузка территории, повторные перемещения материалов	Поставка материалов по согласованному графику, сокращение складских запасов
Сложности работы строительной техники	Близость существующей застройки, ограниченные зоны обслуживания	Простои техники, снижение производительности	Оптимизация схем работы кранов и подъёмников, поэтапная организация подачи материалов
Пересечение потоков рабочих, материалов и транспорта	Недостаточная проработка стройгенплана	Рост организационных потерь, снижение безопасности	Функциональное зонирование площадки, корректировка стройгенплана по стадиям строительства
Несо согласованность отдельных видов работ	Отсутствие детальной увязки процессов по срокам и зонам	Простои, нарушение ритмичности строительства	Деление объекта на захватки, календарная и пространственная координация процессов
Задержки поставок и разгрузки	Низкая согласованность логистики и строительного графика	Срыв сроков, накопление материалов на площадке	Использование цифрового контроля поставок и календарно-сетевого планирования

Таким образом, совершенствование технологии строительных процессов при возведении высотных зданий в условиях плотной городской застройки должно носить комплексный характер. Улучшение только отдельных элементов, таких как логистика или работа грузоподъёмной техники, не позволяет добиться заметного повышения общей эффективности строительства. Наибольший результат достигается при одновременном совершенствовании строительного генерального плана, системы поставок, вертикального транспорта, зональной организации работ и инструментов координации.

Возведение высотных зданий в условиях плотной городской застройки сопровождается существенным усложнением строительных процессов, обусловленным ограниченностью пространства, стеснённостью размещения техники и материалов, а также высокой взаимозависимостью выполняемых операций. Основными направлениями совершенствования технологии в этих условиях являются поэтапная проработка стройгенплана, оптимизация

логистики, рациональная организация вертикального транспорта, зонирование строительных процессов и применение современных средств цифровой координации. Комплексная реализация указанных мер позволяет снизить организационные потери, повысить ритмичность выполнения работ и улучшить общую эффективность строительства. Предложенные положения могут быть использованы при разработке проектов организации строительства и проектов производства работ.

Список источников

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ.
2. Овчинникова, С. В. Прикладные аспекты применения расчетного комплекса для моделирования многопустотного монолитного перекрытия / С. В. Овчинникова // Инженерный вестник Дона. – 2021. – № 12(84). – С. 268-275.
3. Лямина, А. А. Инновационная деятельность дорожно-строительных предприятий в России / А. А. Лямина, О. Н. Петрова // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности : сборник научных статей по итогам двенадцатой международной научной конференции, Казань, 30–31 декабря 2020 года. Том Часть 1. – Казань: ООО «Конверт», 2020. – С. 163-167.
4. Чебанова С. А., Бурлаченко О. В., Поляков В. Г. Организационно-технологические решения строительства в стесненных городских условиях // Инженерный вестник Дона. 2018. № 1.
5. Овчинникова, С. В. Перепланировка и переустройство жилого помещения в многоквартирном доме / С. В. Овчинникова, О. Б. Чеботарева, С. В. Злобин // Вестник СевКавГТИ. – 2015. – № 4(23). – С. 162-165.
6. Чагаров, З. К. Проблемы двухстадийного проектирования объектов капитального строительства / З. К. Чагаров, А. А. Лямина // Современные научные исследования и инновации. – 2023. – № 5(145).
7. Ovchinnikova, S. V. Key aspects of improving project management within the current socio-economic development / S. V. Ovchinnikova, A. N. Sekisov, A. V. Borovkov // E3S Web of Conferences : Ural Environmental Science Forum “Sustainable Development of Industrial Region” (UESF-2023), Chelyabinsk, 25–28 апреля 2023 года. Vol. 389. – Chelyabinsk: EDP Sciences, 2023. – P. 09015.

© Булах М.В., Бежаев М.А., 2026

**РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ,
АРМИРОВАННОЙ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИМИ МАТЕРИАЛАМИ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА CREDO-
RADON**

**Александр Владимирович Вихрев ¹,
Елена Викторовна Винтилова²,
Юлия Сергеевна Кандрашкина³**

^{1,2,3}Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, г. Владимир, Россия

¹ user1268@gmail.com

² evintilova@yandex.ru

³ juliakandrashkina@gmail.com

Аннотация. В статье приводится экспериментальная оценка физико-механических свойств асфальтобетонных покрытий, армированных плоскими георешетками с использованием программного комплекса Credo-Radon.

Ключевые слова: дорожная одежда, георешетка, асфальтобетонное покрытие.

Для цитирования: Вихрев А.В., Винтилова Е.В., Кандрашкина Ю.С. Расчет конструкции дорожной одежды, армированной геосинтетическими материалами с использованием программного комплекса Credo-Radon// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.199

Original article

**CALCULATION OF THE DESIGN OF A ROAD PAVEMENT ARMED
WITH GEOSYNTHETIC MATERIALS USING THE CREDO-RADON
SOFTWARE COMPLEX**

**Alexander Vladimirovich Vikhrev ¹,
Elena Viktorovna Vintilova ²,
Yulia Sergeevna Kandrashkina ³**

^{1,2,3}Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletov, Vladimir, Russia

¹ user1268@gmail.com

² evintilova@yandex.ru

³ juliakandrashkina@gmail.com

Annotation. The article provides an experimental assessment of the physical and mechanical properties of asphalt concrete pavements reinforced with flat geogrids using the Credo-Radon software package.

Keywords: road pavement, geogrid, asphalt concrete pavement.

For citation: Vikhrev A.V., Vintilova E.V., Kandrashkina Yu.S. Calculation of the road pavement structure reinforced with geosynthetic materials using the Credo-Radon software package// Modern Problems and Prospects of Construction, Heat and Gas Supply, and Energy Supply: Materials of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026, p.199

В настоящее время проблемы колееобразования на асфальтобетонных покрытиях довольно эффективно решается путем внедрения современных асфальтобетонных смесей в соответствии с ГОСТ Р 58406.10-2020. В то же время для увеличения прочностных характеристик дорожных покрытий и увеличения их трещиностойкости нами рассмотрен вопрос применения современных геосинтетических материалов.

В ходе проведенной работы рассматривались и сравнивались следующие виды отечественных и зарубежных материалов: армированная базальтовая георешетка СБП-Д 25х25, армированная полимерная георешетка Natelit, армированная георешетка на основе стекловолокна ССНП5.

Результаты исследования представлены в нижеприведенных графиках.

Для экспериментальной оценки физико-механических свойств асфальтобетонных покрытий, армированных плоскими георешетками с использованием программного комплекса Credo-Radon был запланирован полнофакторный эксперимент (Рис.1)

№ эксперимента	Факторы		Целевая функция
	X_1	X_2	Y_i
1	-1	-1	y_1
2	+1	-1	y_2
3	-1	+1	y_3
4	+1	+1	y_4
5	0	0	y_5

Рисунок 1 - Модель полнофакторного эксперимента

Где

- X_1 – толщина верхнего слоя асфальтобетонного покрытия, см;

- X_2 – толщина верхнего слоя асфальтобетонного покрытия, см;

$-Y_i$ – Значение превышения предела прочности на растяжение при изгибе (по сравнению с минимально допустимым, для обеспечения условия прочности) %;

Факторы	Единицы измерения	Код фактора	Шаг варьирования	Уровни факторов		
				- 1 (min)	0	+ 1 (max)
Толщина нижнего слоя д.о.	см	X ₁	2	4	6	8
Толщина верхнего слоя д.о.	см	X ₂	2	4	6	8

Рисунок 2 - Числовые характеристики критериев полнофакторного эксперимента

Использование программного комплекса Credo-Radon позволяет произвести расчет конструкции дорожной одежды по национальному стандарту ГОСТ Р 71404-2024 «Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования».

В результате проведенных вычислений были получены следующие результаты:



Рисунок 3 - Результаты расчета дорожной одежды, армированной базальтовой георешеткой СБП-Д 25х25



Рисунок 4 - Запас прочности при расчете на растяжение при изгибе дорожной одежды, армированной базальтовой георешеткой СБП-Д 25х25

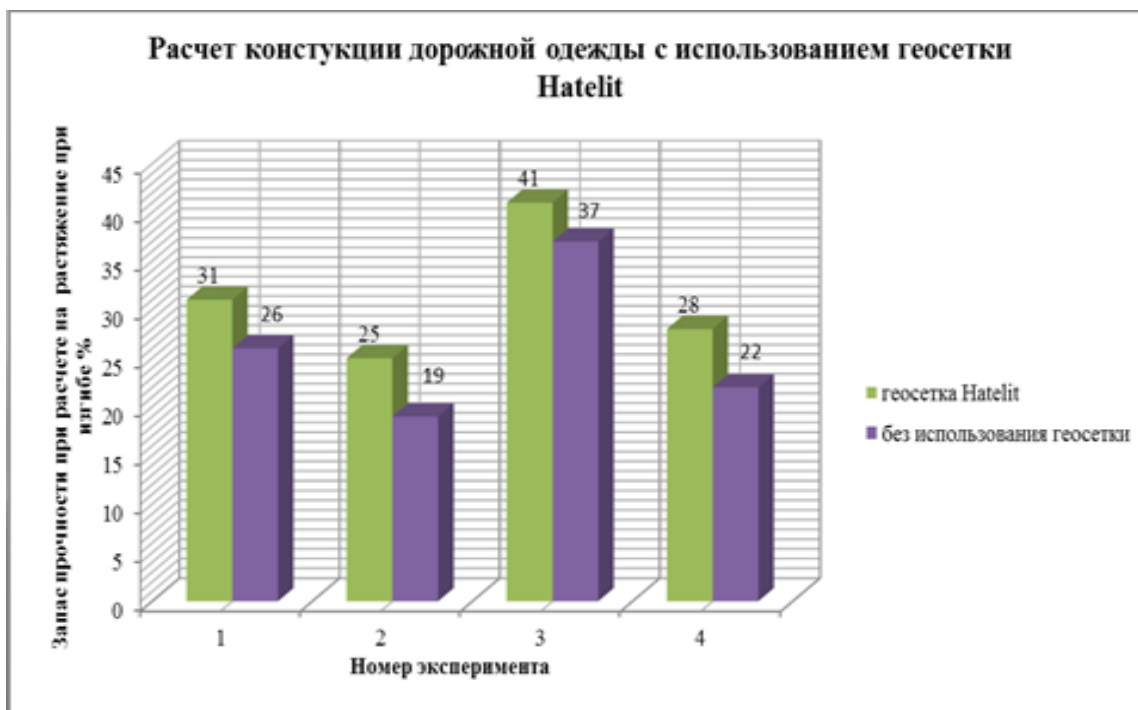


Рисунок 5 - Результаты расчета дорожной одежды, армированной полимерной георешеткой Hatelit



Рисунок 6 - Запас прочности при расчете на растяжение при изгибе дорожной одежды, армированной полимерной георешеткой Hatelit

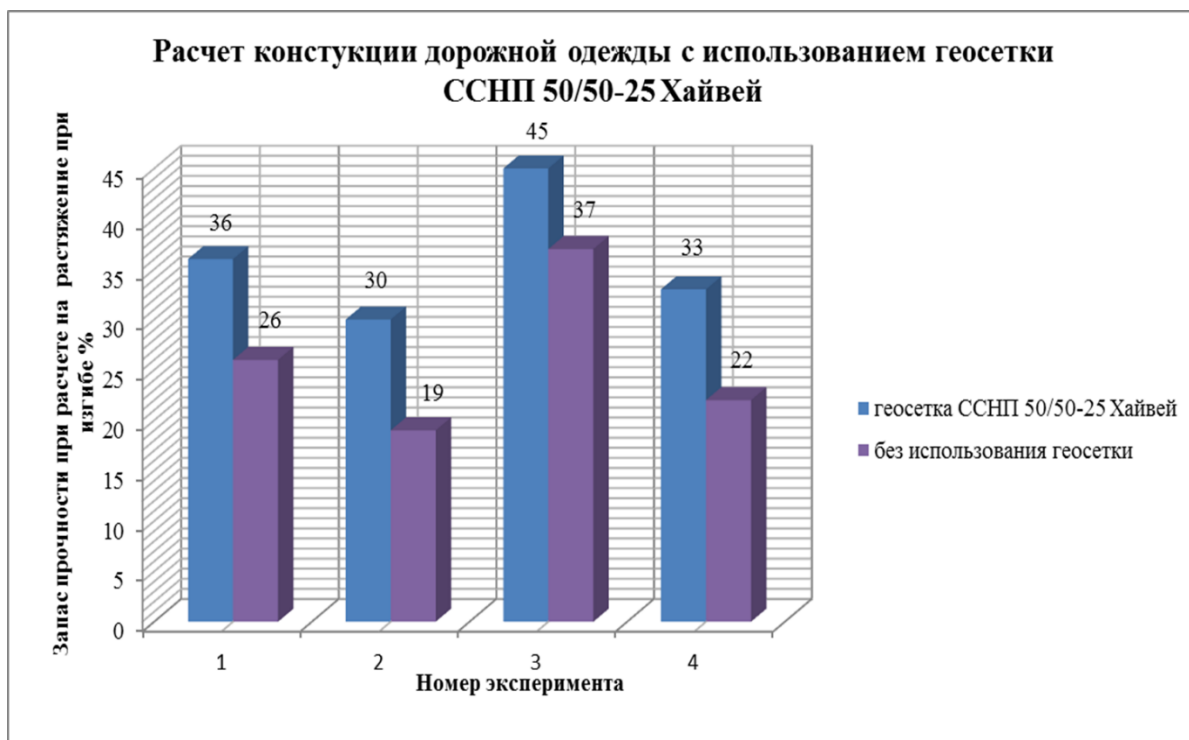


Рисунок 7 - Результаты расчета дорожной одежды, армированной георешеткой на основе стекловолокна ССНП5



Рисунок 8 - Запас прочности при расчете на растяжение при изгибе дорожной одежды, армированной базальтовой георешеткой СБП-Д 25х25

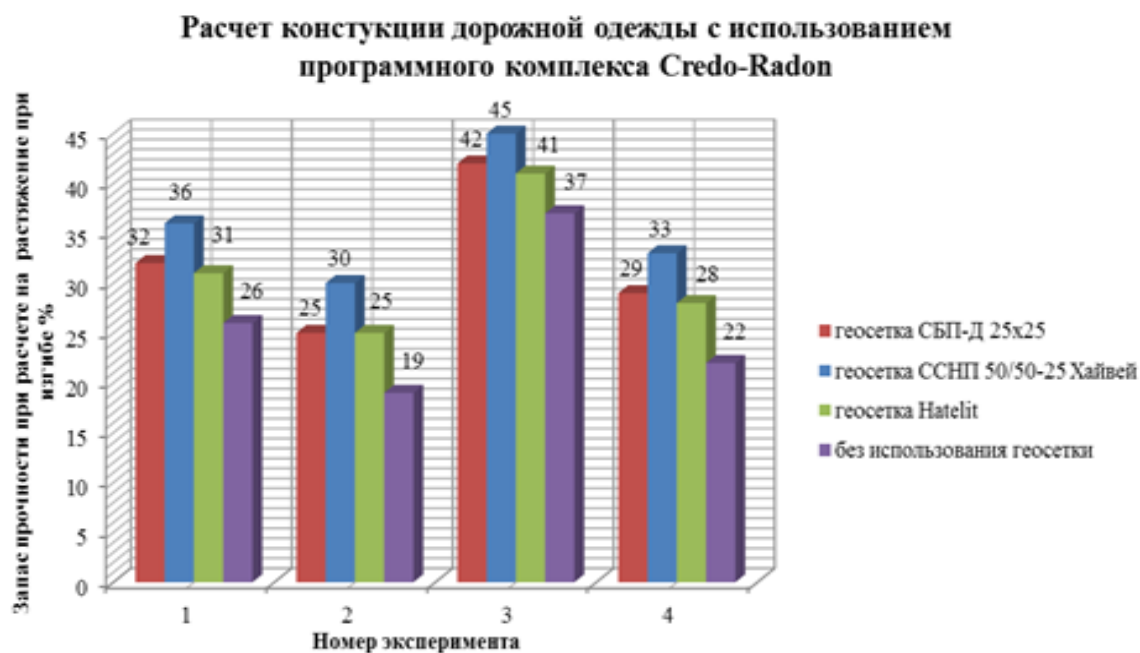


Рисунок 9 - Запас прочности при расчете на растяжение при изгибе дорожной одежды, армированной геосинтетическими материалами различных марок

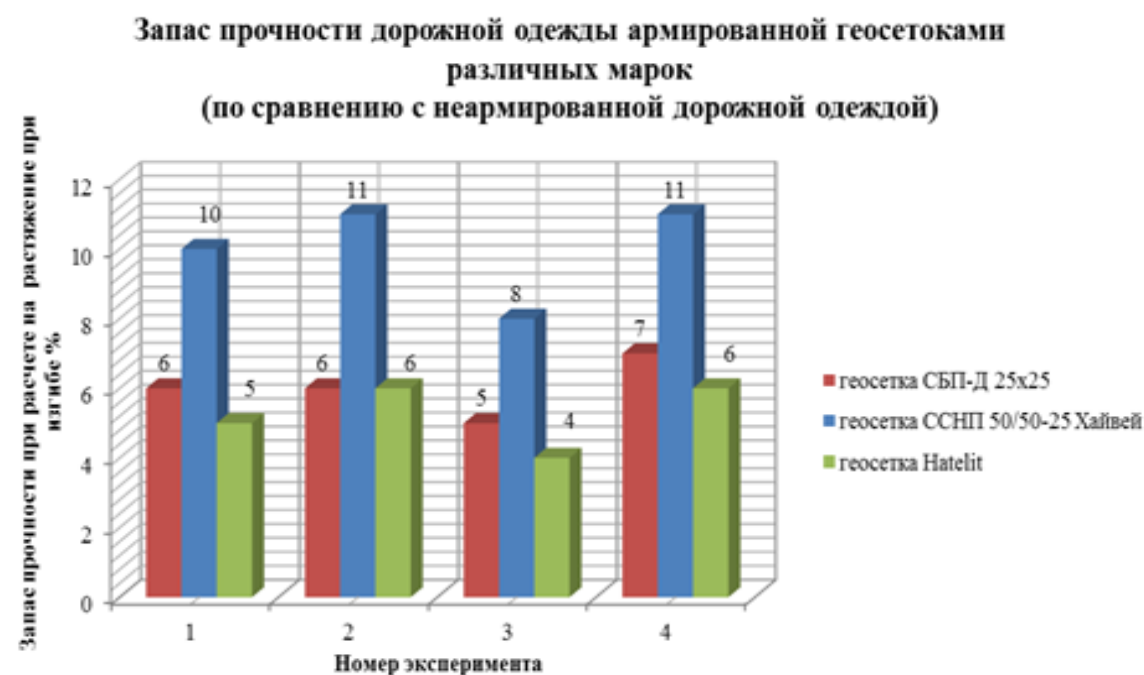


Рисунок 10 - Запас прочности при расчете на растяжение при изгибе дорожной одежды, армированной геосинтетическими материалами различных марок

На основании анализа данных были сделаны следующие выводы.

1. Наличие армирующей прослойки позволяет повысить предел прочности на растяжение при изгибе.
2. Закономерности изменения модуля упругости асфальтобетона с

введением армирующего материала повторяют закономерности изменения предел прочности на растяжение при изгибе.

3. При испытаниях на сжатие асфальтобетонных образцов, независимо от марки армирующего материала, отличий результатов испытаний армированных асфальтобетонных образцов от неармированных не наблюдалось.

4. Учитывая, что прочность всех участвующих в эксперименте георешеток имеет значение 50-55 кН/м, можно сделать вывод, что основным фактором, влияющим на увеличение прочностных характеристик армированных асфальтобетонных покрытий, является относительная деформация георешетки при разрыве. Чем меньше относительная деформация при разрыве, тем больше увеличение прочности конструкции дорожной одежды при расчете на растяжение при изгибе.

Таким образом применение рекомендуемых георешеток для усиления асфальтобетонных покрытий можно считать актуальным для дорожной отрасли России. Для выбора экономически обоснованного типа, применяемого геосинтетического материала, требуется дополнительные исследования, которые проводятся в настоящее время.

Список источников

1. Горев В.В. Математическое моделирование при расчетах и исследованиях строительных конструкций. - М.: Высшая школа, 2002. - 206 с.

2. ГОСТ Р 71404-2024 «Дороги автомобильные общего пользования. Нежёсткие дорожные одежды. Правила проектирования».

3. ГОСТ Р 58406.10-2020 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Правила проектирования».

© Вихрев А.В., Винтилова Е.В., Кандрашкина Ю.С, 2026

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ УСИЛЕНИЯ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЙ И НУЛЕВОГО ЦИКЛА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ УНИКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Андрей Владимирович Дежуров¹,
Светлана Вячеславовна Овчинникова²

^{1,2}Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина,
г. Краснодар, Россия

¹dezhurovandrey@mail.ru

²svetlana.swetlana-ov@yandex.ru

Аннотация. В статье приводятся современные методы усиления грунтов оснований при возведении уникальных зданий и сооружений в условиях стесненной городской застройки. Проведен анализ технологий струйной цементации, устройства буроинъекционных свай и метода «стена в грунте». Выявлены организационно-технологические преимущества и ограничения каждого метода. Обоснована необходимость комплексного подхода к выбору технологии усиления оснований на этапе проектирования нулевого цикла. Предложены критерии оценки эффективности методов в условиях ограниченной строительной площадки и высоких требований к осадкам фундаментов уникальных объектов.

Ключевые слова: усиление грунтов, нулевой цикл, уникальные здания, стена в грунте, буроинъекционные сваи, плотная застройка, деформации оснований.

Для цитирования: Дежуров А.В., Овчинникова С.В. Современные методы усиления грунтов оснований и нулевого цикла при строительстве высотных и уникальных объектов в условиях плотной городской застройки // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием - Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с. 207

Original article

MODERN METHODS FOR STRENGTHENING FOUNDATION SOILS AND THE SUBSTRUCTURE DURING THE CONSTRUCTION OF UNIQUE FACILITIES IN CONDITIONS OF DENSE URBAN DEVELOPMENT

Andrey Vladimirovich Dezhurov¹,
Svetlana Vyacheslavovna Ovchinnikova²

^{1,2}Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

¹dezhuovandrey@mail.ru

²svetlana.swetlana-ov@yandex.ru

Annotation. The article presents modern methods for strengthening foundation soils during the construction of unique buildings and structures in conditions of constrained urban development. An analysis of jet grouting technologies, bored injection piles, and the diaphragm wall method is conducted. Organizational, technological advantages, and limitations of each method are identified. The necessity of an integrated approach to selecting foundation strengthening technology at the substructure design stage is substantiated. Criteria for evaluating the effectiveness of methods under conditions of a limited construction site and high requirements for the settlement of foundations of unique facilities are proposed.

Keywords: soil strengthening, substructure, unique buildings, diaphragm wall, bored injection piles, dense urban development, foundation deformation.

For citation: Dezhurov A.V., Ovchinnikova S.V. Modern methods for strengthening foundation soils and the substructure during the construction of high-rise and unique facilities in conditions of dense urban development // Current Problems and Prospects for the Development of Construction, Heat and Gas Supply, and Energy Supply: Proceedings of the XVI National Conference with International Participation. Saratov: Vavilov University, 2026, p. 207

При строительстве высотных и уникальных зданий и сооружений (большепролетные покрытия, здания высотой более 100 м, заглубленные объекты) предъявляются повышенные требования к надежности оснований фундаментов. Осадки таких объектов не должны превышать первых миллиметров, а неравномерность деформаций - минимальных значений. В условиях плотной городской застройки, где новое строительство ведется в окружении существующих зданий и подземных коммуникаций, традиционные методы усиления грунтов (замена слабого грунта, глубинное уплотнение) часто неприменимы либо недостаточно эффективны [1, 2].

При строительстве высотных и уникальных зданий в условиях плотной городской застройки традиционные методы подготовки оснований (замена слабого грунта, глубинное уплотнение, вибропогружение свай) часто оказываются неприменимы. Основные ограничения: высокий уровень вибраций, необходимость разработки больших объемов грунта, невозможность работы в стесненных условиях между существующими зданиями, а также недостаточная несущая способность при требуемых малых деформациях. В связи с этим на передний план выходят технологии, позволяющие усиливать грунт без значительного воздействия на окружающую среду и с высокой точностью контролировать параметры основания [3]. Ниже рассмотрены три наиболее эффективных и апробированных на практике метода, получивших широкое распространение при строительстве уникальных объектов, включая ММДЦ «Москва-Сити», Лахта-Центр и другие высотные комплексы:

1. Метод технологии струйной цементации основан на разрушении природной структуры грунта высокоскоростной струей цементного раствора, подаваемой под давлением до 400–700 атмосфер через специальные мониторы, расположенные на буровой колонне [4]. Одновременно с разрушением происходит перемешивание размытого грунта с цементным раствором, в результате чего формируется грунтоцементный массив (колонна) заданного диаметра – от 0,5 до 2,0 м и более.

Основные ограничения: высокая стоимость работ (за счет расхода цемента и сложности оборудования), необходимость постоянного контроля качества формируемых колонн (обычно методом кернового бурения или геофизическими методами). Тем не менее, в условиях плотной застройки и при строительстве уникальных объектов технология струйной цементации часто не имеет альтернатив.

2. Буроинъекционные сваи представляют собой технологию устройства свай без выемки грунта или с частичной выемкой, при которой бетонирование производится под давлением. Это позволяет обеспечить плотный контакт бетона с грунтом по боковой поверхности и в пяте сваи, а в ряде модификаций – формировать уширенную пятую.

Практическое применение буроинъекционных свай при строительстве башен «Москва-Сити» (диаметр до 1,5 м, глубина до 40 - 50 м, заделка в известняк) подтвердило их высокую эффективность и надежность.

3. Метод «стена в грунте» изначально разрабатывался как способ ограждения глубоких котлованов в водонасыщенных грунтах, однако впоследствии нашел широкое применение и в качестве элемента усиления оснований высотных зданий. Суть технологии заключается в том, что в грунте отрывается узкая траншея (глубиной до 30 - 40 м, шириной 0,5 - 1,2 м) под защитой глинистого раствора (бентонитовой суспензии), затем устанавливается арматурный каркас и производится бетонирование методом вертикально перемещаемой трубы (ВПТ).

В таблице 1 представлен сравнительный анализ вышеуказанных методов.

Таблица 1 - Сравнительный анализ методов

№	Параметр	Технология струйной цементации	Буроинъекционные сваи	Стена в грунте
1	Диапазон глубин, м	до 30–40	до 50–60	до 30–40
2	Несущая способность одного элемента	средняя	высокая	очень высокая
3	Водозащита (гидроизоляция)	частичная	отсутствует	полная
4	Работа в стесненных условиях	отлично	хорошо	удовлетворительно
5	Относительная стоимость	высокая	средняя	очень высокая
6	Возможность усиления под существующими зданиями	да	ограниченно	нет

Особую ценность метод представляет при строительстве на участках с высоким уровнем грунтовых вод и слабыми верхними слоями грунта. Как отмечается в работе, дополнительная инъекция цементного раствора между сваями (секциями стены) позволяет обеспечить полную водонепроницаемость конструкции, что критически важно для подземных этажей уникальных зданий.

При строительстве ММДЦ «Москва-Сити» метод «стена в грунте» был применен для ограждения котлованов практически всех высотных башен, что позволило разрабатывать котлованы глубиной до 20–25 м без негативного влияния на соседние здания и действующие линии метрополитена [5,6].

Организационно-технологические особенности нулевого цикла при строительстве уникальных объектов в плотной застройке является критически важным моментом, требующим:

- проведение детальных инженерно-геологических изысканий с шагом не более 5-10 м по площади пятна застройки;
- численное моделирование взаимодействия «здание - основание - окружающая застройка» в программных комплексах (Plaxis, Midas, ЛИРА-САПР);
- мониторинг деформаций существующих зданий в реальном времени в процессе усиления грунтов.

Сравнительный анализ показал, что для уникальных объектов наиболее предпочтительным является комбинированный подход: на начальном этапе устройство «стены в грунте» для защиты окружающей застройки, затем армирование основания с помощью буроинъекционных свай или струйной цементации в зависимости от типа грунтов [7]. Применение только одного метода в большинстве случаев не позволяет достичь требуемой надежности.

Экономическая эффективность таких решений достигается за счет снижения рисков аварийных деформаций, исключения необходимости выкупа и сноса соседних зданий, а также возможности строительства в центральных районах городов с высокой стоимостью земли. Пример: строительство ММДЦ «Москва-Сити»

Московский международный деловой центр «Москва-Сити» является показательным примером строительства уникальных высотных зданий (высотой до 374 м) в условиях плотной городской застройки на намывных территориях со сложными инженерно-геологическими условиями.

Основание площадки представлено насыпными грунтами мощностью до 8-10 м, подстилаемыми аллювиальными песками, глинами юрского возраста, а на глубине 30-40 м известняками.

Для обеспечения надежности фундаментов и защиты окружающей застройки был применен комплекс современных геотехнических решений:

- буронабивные сваи большого диаметра (до 1,5 м) с заделкой в известняк;
- «стена в грунте» глубиной до 35 м для ограждения котлованов;
- струйная цементация для ликвидации карстовых пустот и усиления слабых грунтов (например, при строительстве башни «Эволюция»);

- научно-техническое сопровождение, включая испытания свай, компьютерное моделирование и геотехнический мониторинг.

В результате все здания «Москва-Сити» успешно эксплуатируются, осадки фундаментов не превысили допустимых значений, а влияние на соседние здания и метрополитен было сведено к минимуму.

Современные методы усиления грунтов позволяют реализовать строительство уникальных высотных зданий в условиях плотной городской застройки с обеспечением требуемых параметров деформативности оснований. Ключевым условием является применение комплексных организационно-технологических решений на этапе нулевого цикла, включающих детальное геотехническое моделирование и непрерывный мониторинг.

Список источников

1. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение реконструкции городов. - М.: Издательство АСВ, 2020. - 320 с.
2. Ильичев В.А., Мангушев Р.А. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения. - М.: Издательство АСВ, 2016. - 728 с.
3. Optimization of the regeneration of the sodium-cation ion-exchange filter / M. Y. Kalinichenko, N. I. Stojanov, D. V. Abornev, S. V. Ovchinnikova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : 3, Applied and Fundamental Research Dedicated to the 75th Anniversary of Professor Abdul-Hamid Mahmoudovich Bisliyev, Grozny, Chechnya, 28–29 февраля 2020 года. – Grozny, Chechnya, 2020. – P. 012034. – DOI 10.1088/1757-899X/905/1/012034.
4. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. - М.: Минрегион России, 2011.
5. Консультант Студента. Глава 10. Примеры проектирования и строительства фундаментов ММДЦ «Москва-Сити» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/ru/doc/ISBN9785432303530-SCN0011/>
6. НИИОСП им. Н.М. Герсевича. Специалисты НИИОСП приняли участие в выставке-форуме «Россия» с докладом об основаниях и фундаментах ММДЦ «Москва-Сити» [Электронный ресурс]. - 2024. - Режим доступа: <https://www.niiosp.ru/news/>
7. Боровков, А. В. Техничко - экономическое сравнение эффективности применения фибробетона на основе фибры различного происхождения / А. В. Боровков, С. В. Овчинникова // Инженерный вестник Дона. – 2020. – № 11(71). – С. 259-270.

© Дежуров А.В. , Овчинникова С.В. , 2026

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ АДГЕЗИИ ГРУНТА К МАШИНАМ

Сергей Алексеевич Зеньков¹,
Павел Юрьевич Дрюпин²,
Дмитрий Андреевич Минеев³,
Иван Сергеевич Бондалет⁴

^{1,2,3,4}Братский государственный университет, г. Братск, Россия

¹mf@brstu.ru

²760bf@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме налипания и намерзания грунта на рабочие органы землеройных машин. В качестве перспективного способа борьбы с адгезией предложено применение пьезокерамических излучателей. Описана конструкция пакетного преобразователя CN4038-45LB-P4. Приведены результаты экспериментального исследования нагрева имитатора рабочего органа: за 10 минут воздействия температура поверхности повысилась с –15 до +6 °С. Показана эффективность комбинированного воздействия излучателей.

Ключевые слова: адгезия грунта, пьезокерамические преобразователи, землеройные машины.

Для цитирования: Зеньков С.А., Дрюпин П.Ю., Минеев Д.А., Бондалет И.С. О возможности использования пьезокерамических излучателей для снижения адгезии грунта к машинам // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.212

Original article

ON THE POSSIBILITY OF USING PIEZOCERAMIC EMISSORS TO REDUCE SOIL ADHESION TO MACHINES

Sergey Alekseevich Zenkov¹,
Pavel Yurievich Dryupin²,
Dmitry Andreevich Mineev³,
Ivan Sergeevich Bondalet⁴

^{1,2,3,4} Bratsk State University, Bratsk, Russia

¹mf@brstu.ru

²760bf@mail.ru

Annotation. This article addresses the problems of soil adhesion and freezing on the supports of earthmoving machinery. The use of piezoelectric transducers is proposed as a promising external access method with adhesion. The design of the CN4038-45LB-P4 packet transducer is described. The results of an experimental study of a working tool simulator heater are presented: within 10 minutes of exposure, the surface temperature rose from -15 to $+6^{\circ}\text{C}$. The effectiveness of the combined effect of the transducers is demonstrated.

Keywords: soil adhesion, piezoelectric transducers, earthmoving equipment.

For citation: Zenkov S.A., Dryupin P.Yu., Mineev D.A., Bondalet I.S. On the possibility of using piezoceramic emitters to reduce soil adhesion to machines // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation – Saratov: Vavilov University, 2026, p. 212

Для землеройных машин (например, экскаваторов) при разработке влажных связных грунтов характерна проблема возникновения адгезионных сил в зоне контакта грунта и рабочего органа. Данные сил приводят к налипанию и намерзанию грунта к рабочим органам, как показано на рис. 1. Это приводит к следующим последствиям: снижается полезная вместимость ковша (и, соответственно, снижается производительность) и растет его масса, увеличиваются нагрузки на гидравлическую систему и шасси ускоряется износ узлов, возрастает расход топлива и увеличивается продолжительность цикла работы [1]. В связи с этим, поиск новых действенных способов борьбы с адгезией грунтов является актуальной задачей в данной сфере.



Рисунок 1 – Намерзший грунт на ковше экскаватора

Как известно из априорной информации, все методы для борьбы с адгезией грунтов делятся на 4 обширные группы: 1. Создание промежуточного слоя на границе контакта; 2. Внешнее воздействие на зону контакта; 3. Конструктивно-технологические решения; 4. Комбинирование методов.

Традиционные методы борьбы с налипанием грунта на ковш экскаватора, не всегда эффективны и требуют дополнительных затрат [2, 3].

На практике применяются следующие методы:

- механическая очистка (скребки, лом, кувалда);
- использование смазочных материалов;
- футеровочные покрытия;
- разогрев при помощи открытого огня.

Недостатки традиционных методов:

- ограниченная эффективность, особенно при интенсивной работе;
- необходимость регулярного обслуживания и обновления покрытий;
- дополнительные расходы на материалы и рабочую силу;
- экологические риски при использовании химических средств.

Основная часть. В качестве перспективного способа предотвращения налипания грунта рассматривается применение пьезокерамических излучателей. Их работа базируется на пьезоэлектрическом эффекте – явлении, при котором под действием электрического поля некоторые материалы деформируются, а при механическом воздействии, напротив, генерируют электрический заряд. В основе таких излучателей лежат пьезоэлементы, изготовленные из керамики с высокой пьезоэлектрической чувствительностью [5].

На рис. 2 представлена конструкция пакетного пьезокерамического преобразователя, который оптимально подходит для установки на рабочие органы дорожно-строительной техники. Данный преобразователь (модель CN4038-45LB-P4) имеет мощность 60 Вт и рабочую частоту 40 кГц. Он состоит из двух керамических пластин 1, верхней накладке 2 из дюралюминия марки Д16Т, нижней накладки 4 из стали 45, а также прокладок 3 толщиной 0,2–0,3 мм, выполненных из фольги. Все перечисленные элементы стягиваются центральным болтом 5, который проходит через отверстия в пьезокерамических пластинах и накладках.

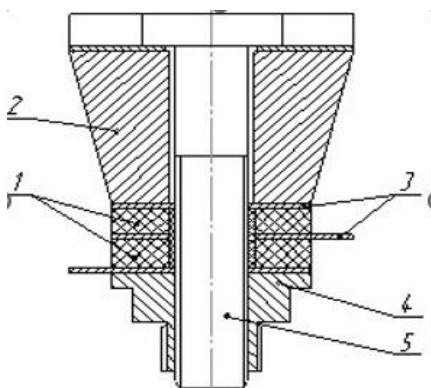


Рисунок 2 – Конструкция пакетного преобразователя CN4038-45LB-P4

С помощью лазерного инфракрасного пирометра произведено измерение температуры имитатора рабочего органа 1 с использованием пьезокерамического преобразователя 2. На рис. 3 представлена температурно-

временная характеристика, отражающая зависимость температуры нагрева имитатора с использованием пьезокерамических преобразователей от времени.

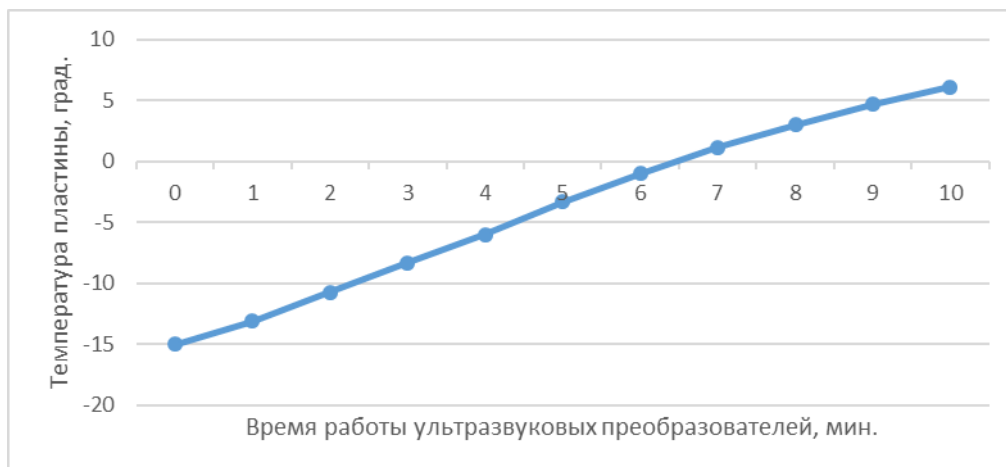


Рисунок 3 – График изменения температуры пластины от времени работы излучателей

Проведенное экспериментальное исследование является только начальным этапом по определению эффективности применения пьезокерамических излучателей для борьбы с адгезией грунтов. В дальнейшем планируется провести экспериментальные исследования по определению усилия сдвига грунтового образца с поверхности имитатора рабочего органа при использовании пьезокерамических излучателей (рис. 4), на специальном сдвиговом стенде (рис. 5).



Рисунок 4 – Сдвиговой стенд

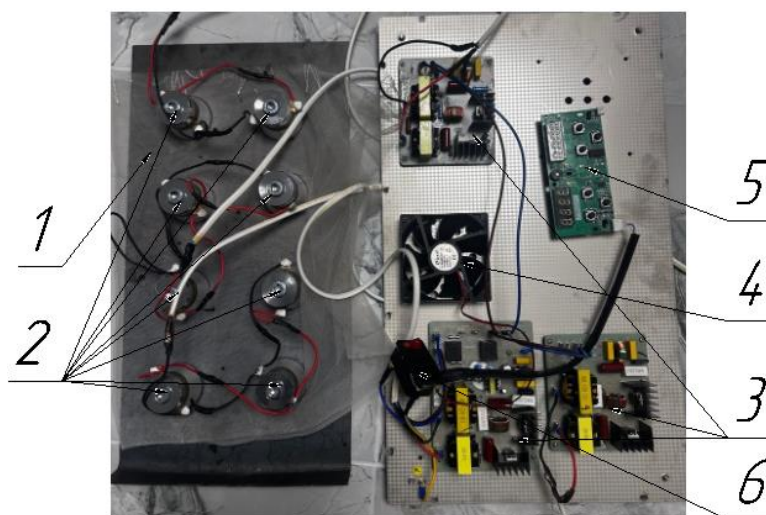


Рисунок 5 – Имитатор с пьезокерамическими преобразователями:

1 – имитатор; 2 – преобразователь; 3 – ультразвуковая плата; 4 – вентилятор охлаждения; 5 – панель управления; 6 – тумблер

Выводы. По результатам проведенного экспериментального исследования видно, что, воздействуя пьезокерамическими излучателями на зону контакта, происходит нагрев рабочей поверхности. Как видно из графика (рис. 3) за 10 мин воздействия поверхность имитатора нагрелась с -15 до $+6$ °С. Это доказывает, что при использовании пьезокерамических излучателей происходит комбинированное воздействие.

Список источников

1. Средства и способы предотвращения прилипания и примерзания горной массы к металлическим рабочим поверхностям // Сборник научных трудов. – Челябинск: НИИОГР, 1972. – 36 с;
2. Заднепровский Р.П. Теория трения скольжения. Волгоград: Offset. 2005, – 51 с.;
3. Заднепровский Р.П. Рабочие органы землеройных и мелиоративных машин и оборудования для разработки грунтов и материалов повышенной влажности. М.: Машиностроение, 1992. – 176 с.
4. Зеньков, С.А. О возможности применения пьезокерамических излучателей для снижения адгезии грунтов при их разработке/ Зеньков С.А., Минеев Д.А., Дрюпин П.Ю., Бондалет И.С., Быков П.Д. // Молодая мысль: наука, технологии, инновации. Материалы XVII (XXIII) Всероссийской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. Братск, 2025. – С. 83-87;
5. Зеньков, С.А. Устранение налипания грунта на рабочие органы землеройных машин с использованием пьезокерамических излучателей / С.А. Зеньков, К.А. Игнатьев, А.С. Филонов, Н.А. Балахонов // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2013. Т. 1. – С. 64-72.

ПРИМЕНЕНИЕ БЕНТОНИТОВЫХ МАТОВ В ПОДГОТОВКЕ ОСНОВАНИЯ ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ МОРОЗОСТОЙКОСТИ И ГИДРОИЗОЛЯЦИОННОЙ НАДЁЖНОСТИ

Николай Александрович Злобин

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

e-mail: alpltechnology@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается технология применения бентонитовых матов в качестве гидроизоляционного и морозозащитного слоя при устройстве подготовки под фундаментную плиту. Бентонитовые маты представляют собой геокомпозитный материал, состоящий из двух слоёв геотекстиля с заключённым между ними слоем гранулированного натриевого бентонита. При контакте с водой бентонит гидратируется и многократно увеличивается в объёме, формируя водонепроницаемый гелевый барьер, обладающий способностью к самозалечиванию локальных повреждений. Рассмотрен механизм повышения морозостойкости контактной зоны «фундамент-грунт» за счёт капилляропрерывающих и теплоизолирующих свойств бентонитового слоя. Выполнен анализ факторов, влияющих на эффективность применения бентонитовых матов в условиях сезонного промерзания грунтов.

Ключевые слова: бентонитовый мат, натриевый бентонит, геокомпозит, фундаментная плита, гидроизоляция, морозостойкость, морозное пучение, капиллярный подсос, геотекстиль.

Для цитирования: Злобин Н.А. Применение бентонитовых матов в подготовке основания фундаментной плиты как способ повышения морозостойкости и гидроизоляционной надёжности // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием. – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. – С. 217

Original article

APPLICATION OF BENTONITE MATS IN FOUNDATION SLAB BASE PREPARATION AS A METHOD FOR INCREASING FROST RESISTANCE AND WATERPROOFING RELIABILITY

Nikolay Aleksandrovich Zlobin

Annotation. This article discusses the technology of using bentonite mats as a waterproofing and frost-protective layer in the preparation of the base for a foundation slab. Bentonite mats are a geocomposite material consisting of two layers of geotextile with a layer of granular sodium bentonite enclosed between them. Upon contact with water, bentonite hydrates and increases in volume many times over, forming a waterproof gel barrier with the ability to self-heal local damage. The mechanism for increasing the frost resistance of the "foundation-soil" contact zone due to the capillary-interrupting and thermal insulation properties of the bentonite layer is considered. An analysis of factors affecting the efficiency of using bentonite mats under conditions of seasonal soil freezing has been carried out.

Keywords: bentonite mat, sodium bentonite, geocomposite, foundation slab, waterproofing, frost resistance, frost heave, capillary rise, geotextile.

For citation: Zlobin N.A. Application of bentonite mats in foundation slab base preparation as a method for increasing frost resistance and waterproofing reliability // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: proceedings of the XVI National conference with international participation. – Saratov: Vavilov University, 2026. – P. 217

Проблема обеспечения долговечности и надёжности фундаментов зданий, эксплуатируемых в условиях сезонного промерзания грунтов, остаётся одной из наиболее актуальных в современном геотехническом строительстве. Традиционные подходы к защите фундаментных конструкций включают устройство дренажных систем, замену пучинистых грунтов на непучинистые, а также применение рулонной битумной гидроизоляции. Вместе с тем каждый из перечисленных методов обладает существенными недостатками. Замена грунта сопряжена со значительными объёмами земляных работ, устройство дренажа требует регулярного обслуживания, а рулонные материалы подвержены механическим повреждениям при укладке арматурных каркасов и бетонировании. Поиск более надёжных решений привёл к появлению нового поколения геосинтетических материалов, среди которых особое место заняли бентонитовые маты. Изначально они разрабатывались для устройства противофильтрационных экранов полигонов отходов и гидротехнических сооружений, однако их характеристики делают их перспективным материалом и для защиты заглублённых конструкций фундаментов [1, с.19].

Конструктивно бентонитовый мат представляет собой иглопробивной каркас из тканого и нетканого полипропиленовых полотен, между которыми равномерно распределены и зафиксированы гранулы натриевого бентонита (рис. 1). Соединение слоёв поперечным иглопробивным способом обеспечивает прочность и эластичность конструкции, предотвращая смещение гранул при транспортировке и укладке [2].

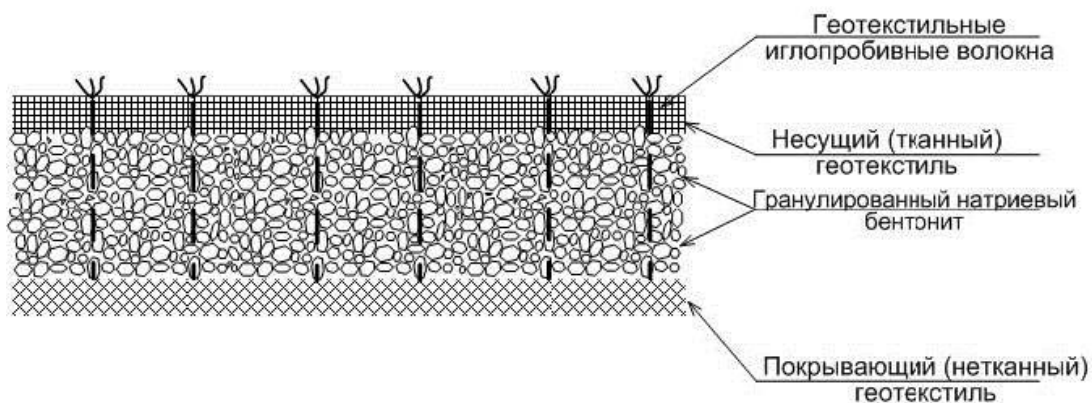


Рисунок 1 – Структура бентонитового мата

По способу скрепления геотекстильных слоёв различают бентонитовые маты иглопробивного и клеенного типа. Иглопробивные маты обладают более высоким водопоглощением при сопоставимой плотности и содержании монтмориллонита в глине, что обуславливает их предпочтительное применение в конструкциях, где критически важна скорость формирования гидроизоляционного барьера [3, с 58.]. Принцип действия материала основан на свойстве бентонита при гидратации многократно увеличиваться в объёме. Когда этот процесс протекает в условиях ограниченного пространства, в структуре образовавшегося геля возникает напряжённое состояние, за счёт которого достигается практически полная водонепроницаемость. Это же свойство обеспечивает способность материала к самозалечиванию - при механических повреждениях гидратированный бентонит заполняет образовавшиеся полости и восстанавливает сплошность гидроизоляционного барьера (рис. 2).

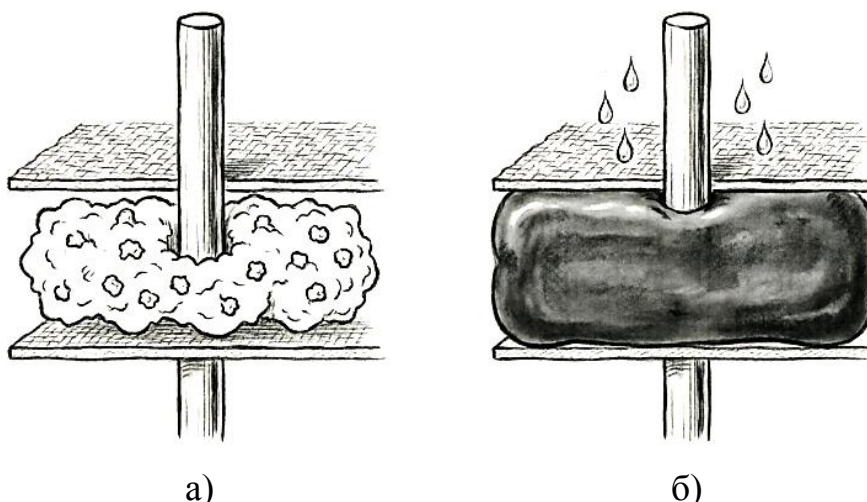


Рисунок 1 – Схема самозалечивания бентонитового мата при локальном повреждении:
а) сухой бентонит до гидратации; б) гидратированный бентонитовый гель, заполняющий зону прокола

Технология укладки бентонитовых матов при устройстве фундаментной плиты имеет свою специфику. Грунтовое основание перед укладкой должно

быть спланировано и уплотнено. При недостаточной плотности грунта неравномерные осадки неизбежно приведут к локальным разрывам геотекстильной оболочки, особенно в местах нахлёстов и примыканий. Отдельного внимания заслуживает требование к чистоте основания - острые включения под нагрузкой от веса здания могут продавить материал и нарушить целостность бентонитового слоя. При необходимости устраивается песчаная подушка, которая распределяет давление и сглаживает неровности. Полотнища укладываются с нахлёстом, величина которого обеспечивает герметичность стыков. Для дополнительной надёжности в зоне нахлёста наносится слой гранулированного бентонита. Критическим требованием является защита уложенных матов от атмосферных осадков до момента бетонирования. Преждевременное набухание бентонита приводит к частичной потере гидроизоляционных свойств и снижению способности к самозалечиванию. После укладки матов устраивается бетонная подготовка, которая активирует бентонит влагой, мигрирующей из свежесуложенного бетона.

Бентонитовые маты повышают морозостойкость за счёт капилляропрерывающего и теплоизолирующего эффектов. Капилляропрерывающий эффект обусловлен формированием гелевого слоя с крайне низкой водопроницаемостью. Бентонитовый гель блокирует поднятие капиллярной влаги из нижележащих слоёв грунта к подошве фундаментной плиты. В условиях отрицательных температур отсутствие свободной воды в контактной зоне исключает образование линз льда и развитие сил морозного пучения. Экспериментальные исследования показывают, что даже при водонасыщении бентонитового слоя его морозное пучение значительно ниже, чем у естественных глинистых грунтов, что связано с особенностями кристаллохимического строения монтмориллонита. Теплоизолирующий эффект бентонитовых матов также способствует повышению морозостойкости. Гидратированный бентонит обладает теплопроводностью существенно ниже, чем у водонасыщенных песков и суглинков, что замедляет продвижение фронта промерзания в основании фундамента.

Эффективность применения бентонитовых матов определяется совокупностью факторов. Влажностный режим основания играет критическую роль - как избыточное, так и недостаточное увлажнение негативно сказываются на работе материала. При недостатке влаги не происходит полной гидратации бентонита, при избыточном увлажнении возможно чрезмерное набухание и выдавливание геля за пределы оболочки. Наиболее уязвимым элементом гидроизоляционной системы являются узлы сопряжения горизонтальной гидроизоляции с вертикальными конструкциями - стенами подвала, колоннами, проходками коммуникаций. Для обеспечения герметичности этих зон требуется устройство дополнительных уплотнительных элементов [2].

Таким образом, применение бентонитовых матов в подготовке основания фундаментной плиты представляет собой технически эффективное решение, обеспечивающее комплексную защиту фундаментных конструкций от воздействия грунтовых вод и сил морозного пучения. Ключевыми

преимуществами данной технологии являются формирование сплошного гидроизоляционного барьера, способность материала к самозалечиванию локальных повреждений, сохранение свойств при циклическом замораживании-оттаивании и снижение интенсивности морозного пучения грунтов основания.

Список источников

1. Косиченко Ю.М., Баев О.А. Высоконадежные конструкции противофильтрационных покрытий каналов и водоемов, критерии их эффективности и надежности // Гидротехническое строительство. 2014. № 8. С. 18–25.
2. Прямицкий А.В., Шлее Ю. Bentonитовые маты как альтернативный материал для противофильтрационных элементов гидротехнических сооружений // Гидротехника. XXI век. № 2. С. 52–56.
3. Egloffstein T. Properties and Test Methods to Assess Bentonite Used in Geosynthetic Clay Liners // Geosynthetic Clay Liners / Koerner R.M., Gartung E., Zanzinger H. (eds.). Balkema, 1995. P. 51–72.
4. 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. – EDN SLTLYA.
5. Балабенко, Е. В. Оптимальная организация участка объекта обращения с твердыми коммунальными отходами: графоморфологический и пространственный анализ, многофакторная оценка / Е. В. Балабенко // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2025. – Т. 15, № 2(53). – С. 347-358. – DOI 10.21285/2227-2917-2025-2-347-358. – EDN CGXVOI.
6. Баев О.А. Противофильтрационные покрытия с применением бентонитовых матов для накопителей жидких отходов (обзор) // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2013. № 3(11). С. 115–124.
7. 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. – DOI 10.23968/1999-5571-2018-15-4-215-222. – EDN KFINCX.
8. Балабенко, Е. В. Формирование проектного подхода реализации механизмов государственно-частного и муниципально-частного партнерства в жилищном строительстве / Е. В. Балабенко // Строитель Донбасса. – 2019. – № 3(8). – С. 31-36. – EDN FKSSHU.

© Злобин Н.А., 2026

СОВРЕМЕННАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕЖЭТАЖНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ

Алена Александровна Клименко¹

Светлана Сергеевна Орлова²

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

¹Alena19003a@gmail.com

²orlovass77@mail.ru

Аннотация. Основная цель модернизации межэтажных перекрытий – повышение предела огнестойкости несущих конструкций и предотвращение распространения огня, что подтверждается исследованиями пожаробезопасных технологий. В данной статье рассматриваются виды межэтажных перекрытий в зданиях (деревянные, железобетонные, металлические, комбинированные), представлен их сравнительный анализ, указаны типы сооружений, где необходима защита перекрытий от пожара, а также перечислены основные способы её обеспечения.

Ключевые слова: межэтажные перекрытия, здания, пожарная безопасность, огнестойкость, модернизация

Для цитирования: Клименко А.А., Орлова С.С. Современная модернизация межэтажных перекрытий в целях обеспечения пожарной безопасности зданий // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.222

Original article

MODERN MODERNIZATION OF INTERSTORY FLOORS IN ORDER TO ENSURE FIRE SAFETY OF BUILDINGS

Alena Alexandrovna Klimenko¹,

Svetlana Sergeevna Orlova²

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

¹Alena19003a@gmail.com

²orlovass77@mail.ru

Abstract. The main purpose of the modernization of interstory ceilings is to increase the fire resistance limit of load-bearing structures and prevent the spread of fire, which is confirmed by research on fire-safe technologies. This article discusses the types of floor-to-floor ceilings in buildings (wooden, reinforced concrete, metal, and combined), provides a comparative analysis, identifies the types of structures that require fire protection for floors, and lists the main methods for providing such protection.

Keywords: interstory floors, buildings, fire safety, fire resistance, modernization

For citation: Klimenko A.A., Orlova S.S. Modern modernization of interstory floors in order to ensure fire safety of buildings // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026, p.222

Перекрытия – важный конструктивный элемент здания, разделяющий его на этажи и обеспечивающий пространственную жёсткость. С точки зрения пожарной безопасности они должны не только выдерживать механические нагрузки, но и препятствовать распространению огня и дыма между этажами [1, с. 199]. Разберёмся, какие бывают перекрытия, как их модернизировать и защитить от пожара.

По конструкции и материалу перекрытия делятся на несколько типов: деревянные – изготавливаются из цельного бруса или клеёной древесины, часто используются в частном строительстве; железобетонные – монолитные или сборные плиты, применяются в многоэтажном строительстве; металлические – каркасные конструкции из стальных балок, обычно комбинируются с другими материалами; комбинированные – сочетание разных материалов (например, металлические балки с деревянным настилом или железобетонной плитой).

Защита перекрытий от пожара обязательна в: многоэтажных жилых домах – чтобы предотвратить быстрое распространение огня между этажами; общественных зданиях (школы, больницы, торговые центры) – из-за высокой плотности людей и необходимости обеспечить безопасную эвакуацию; промышленных объектах – где возможны высокие температуры, искры или химические реакции; зданиях с массовым пребыванием людей (кинотеатры, концертные залы) – по требованиям пожарной безопасности; сооружениях с горючими материалами (склады, архивы) – чтобы локализовать возгорание [2, с. 242].

Проведя сравнительный анализ перекрытий из различного материала можно сделать вывод, представленный в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ перекрытий

Параметр	Деревянные	Железобетонные	Металлические	Комбинированные
Огнестойкость	Низкая (без защиты сгорают за 15-30 мин)	Высокая (выдерживают до 120 мин)	Средняя (деформируются при 500-600 °С)	Зависит от сочетания материалов
Скорость монтажа	Высокая	Низкая	Средняя	Средняя
Вес	Легкие	Тяжелые	Средняя	Зависит от компонентов
Стоимость	Низкая	Высокая	Средняя	Зависит от компонентов
Долговечность	Средняя (подвержены гниению, плесени)	Высокая	Высокая (при защите от коррозии)	Зависит от компонентов
Требования к огнезащите	Обязательная	Минимальные	Обязательная	Обязательная для горючих элементов
Применение	Частные дома, малоэтажная застройка	Многоэтажные здания, промышленные объекты	Промышленные здания, склады, торговые центры	Разнообразное, в зависимости от проекта

Способы обеспечения пожарной безопасности перекрытий для повышения огнестойкости перекрытий применяют следующие методы:

- Огнезащитные покрытия: огнестойкие краски и лаки – вспучиваются при нагреве, создавая теплоизоляционный слой; штукатурные составы на основе вермикулита или перлита – обеспечивают защиту до 240 минут; обмазки с минеральными наполнителями – наносятся толстым слоем для изоляции [3, с. 119].

- Облицовка негорючими материалами: гипсокартон огнестойкий (ГКЛО) – монтируется в несколько слоёв; минеральные плиты (базальтовые, каолиновые) – укладываются между балками или поверх перекрытия; керамические панели – применяются в промышленных зданиях.

- Конструктивные решения: утолщение железобетонных плит – увеличивает время прогрева; добавление армирования – повышает устойчивость к деформациям при пожаре; создание противопожарных поясов – разделение перекрытия на секции для локализации огня [4, с. 14].

- Системы автоматического пожаротушения: спринклерные установки – распыляют воду при срабатывании датчиков; газовые или порошковые системы – эффективны для защиты электрооборудования.

В местах устройства температурных швов пожарная безопасность обеспечивается установкой негорючих барьеров, заполняющих зазор на всю глубину, чтобы предотвратить распространение огня и дыма [5, с. 66]. Используются базальтовое волокно, противопожарные шнуры, пены и

специальные эластичные системы, сохраняющие целостность при подвижках конструкций.

Межэтажные перекрытия с мансардными этажами особенно уязвимы из-за скопления пыли, деревянных конструкций и возможного наличия электропроводки. Для их защиты рекомендуется:

- Обработка деревянных элементов: антипирены – пропитки, снижающие горючесть древесины. Нанесение каждые 3–5 лет; огнезащитные лаки – создают барьерный слой, замедляющий воспламенение.

- Изоляция проходов и коммуникаций: уплотнение отверстий вокруг дымоходов, вентиляционных каналов и труб негорючими материалами (минеральная вата, огнестойкая пена); установка противопожарных муфт на пластиковые трубы [6, с. 145].

- Монтаж огнезащитных экранов: базальтовые маты – укладываются между балками; гипсокартонные листы – монтируются снизу перекрытия для создания барьера.

- Организация пожарной сигнализации: датчики дыма и тепла на чердаке – раннее обнаружение возгорания; автоматические системы оповещения – подключение к общей системе здания.

- Регулярное обслуживание: уборка мусора и пыли – снижение пожарной нагрузки; проверка электропроводки – исключение коротких замыканий; контроль состояния огнезащитных покрытий – обновление при износе.

Межэтажное пространство в зоне цокольных помещений имеет ряд особенностей – из-за частичного заглубления в грунт оно сталкивается с повышенными нагрузками и специфическими рисками.

У цокольных помещений есть свои особенности, такие как:

- Конструкционные особенности: высокие нагрузки на перекрытие, т.к. цокольное перекрытие несёт нагрузку не только от мебели и людей, но и от давления грунта на стены, что требует повышенной несущей способности; ограниченная высота, т.к. часто высота межэтажного пространства ограничена (180–250 см), что осложняет прокладку коммуникаций и монтаж защитных слоёв; опорные элементы – из-за неравномерные давления грунта возможны дополнительные требования к расположению и шагу балок (металлических, железобетонных или деревянных); примыкание к фундаменту, где место соединения перекрытия с фундаментом – зона риска: здесь вероятны мостики холода и протечки, поэтому требуется тщательная изоляция.

- Гидроизоляция и влажность: риск проникновения грунтовых вод, т.к. даже при наличии дренажа возможны капиллярный подсос влаги и сезонные подтопления; конденсат, когда разница температур между цокольным и первым этажом провоцирует образование конденсата, особенно если отсутствует вентиляция или теплоизоляция; требования к гидроизоляции: горизонтальная гидроизоляция между фундаментом и перекрытием; вертикальная гидроизоляция стен цоколя; герметизация стыков и вводов коммуникаций.

- Теплоизоляция: перепад температур – цокольное помещение обычно холоднее первого этажа; без утепления теплопотери через перекрытие могут

достигать 15–25 %; материалы для теплоизоляции: экструдированный пенополистирол (устойчив к влаге), базальтовая вата (негорючая), пенополиуретан (герметичное напыление); пароизоляция, которая является обязательным слоем со стороны тёплого помещения для предотвращения накопления влаги в утеплителе [7, с. 143].

Таким образом, пожарная безопасность цокольных перекрытий требует и повышенные требования к огнестойкости. Если цокольный этаж используется как помещение общественного назначения, гараж, котельная или склад, перекрытие должно иметь предел огнестойкости не менее REI 60. Если цокольный этаж используется как жилое помещение, перекрытие должно иметь предел огнестойкости не менее REI 45. В качестве огнезащитных решений при модернизации можно использовать: железобетонные плиты без дополнительной обработки; металлические балки с огнестойкими покрытиями или штукатуркой; деревянные балки, обработанные антипиренами и закрытые ГКЛЮ (огнестойкий гипсокартон); в качестве утеплителя использовать эффективный и огнестойкий материал (минеральная вата, пенополистирол), устанавливать ветрозащитные мембраны и пароизоляцию, а также обустраивать черновой пол из OSB-3. Из выше сказанного следует, что межэтажное пространство цокольных помещений требует комплексного подхода – сочетания гидроизоляции, теплоизоляции, огнезащиты и вентиляции. Грамотное проектирование на этапе модернизации снижает риски промерзания, протечек, распространения огня и продлевает срок службы конструкций.

В заключении следует отметить, что модернизация перекрытий с учётом пожарной безопасности – это комплекс мер, включающий выбор материалов, применение огнезащитных технологий и регулярное обслуживание. Особенно важно уделять внимание чердачным, цокольным помещениям и объектам с массовым пребыванием людей. Грамотно спроектированная защита не только соответствует нормативам, но и спасает жизни, давая время на эвакуацию и ликвидацию возгорания.

Список источников

1. Савенков, А. И. Устойчивость элементов металлического каркаса при работе в стеснённых условиях / А. И. Савенков, Е. О. Заенец, А. В. Кетнер // Современные технологии и научно-технический прогресс. – 2021. – № 8. – С. 199-200. – EDN KNRTFY.
2. 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.
3. 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.

4. Нововведение в способе оценки огнестойкости железобетонного безбалочного бескапительного перекрытия здания / Н. А. Ильин, Д. А. Панфилов, А. А. Пищулев, Г. Р. Васючкин // Градостроительство и архитектура. – 2024. – Т. 14, № 3(56). – С. 11-18. – DOI 10.17673/Vestnik.2024.03.02. – EDN YVLQQF.

5. Огнестойкость железобетонной конструкции с деформационным швом при знакопеременных нагрузках / В. А. Прусаков, М. В. Гравит, А. В. Пехотиков, В. В. Павлов // Пожарная безопасность. – 2020. – № 1(98). – С. 63-71. – DOI 10.37657/vniipro.2020.98.1.007. – EDN NWFUNK.

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. 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.

© Клименко А.А., Орлова С.С., 2026

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДОРОЖНОЙ СЕТИ РФ И ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ДЕФОРМАЦИЙ ПОКРЫТИЙ

Виктория Алекснадровна Коршунова¹

Юлия Сергеевна Кандрашкина²

Анатолий Алексеевич Лебедев³

^{1,2,3}Владимирский государственный университет им. Н.Г. и А.Г. Столетовых, г. Владимир, Россия

¹steamgambo@gmail.com

²juliakandrashkina@gmail.com

³lebedev.anat0li@yandex.ru

Аннотация: В статье рассматривается проблема низкой долговечности асфальтобетонных дорожных покрытий в России с учётом обширной территории и разнообразия климатических условий. Обосновывается необходимость усиления дорожных конструкций, поскольку под воздействием механических нагрузок и природно-климатических факторов покрытие выходит из строя уже через 5–7 лет, тогда как расчётный срок эксплуатации значительно превышает этот период. Анализируются основные виды дефектов — усталостные и отражательные трещины, колеиность, выбоины — а также выявляются их причины: термочувствительность асфальтобетона, недостаточная прочность на растяжение, перегрузки транспортных средств, а также нарушения технологии укладки и последующего обслуживания покрытий. Предлагается решение — армирование дорожных покрытий. Показано, что использование высокопрочных армирующих элементов существенно повышает устойчивость покрытий к трещинообразованию и колееобразованию, замедляет процессы деградации и значительно увеличивает межремонтные сроки. Особое внимание уделено перспективам данной технологии для повышения надёжности и безопасности дорожной инфраструктуры Российской Федерации.

Ключевые слова: асфальтобетон, долговечность покрытий, дефекты дорожного полотна, армирование, колеиность, усталостные трещины, межремонтный период

Для цитирования: Коршунова В.А., Кандрашкина Ю.С., Лебедев А.А. Современное состояние дорожной сети РФ и основные причины деформаций покрытий// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.228

THE CURRENT STATE OF THE RUSSIAN ROAD NETWORK AND THE MAIN CAUSES OF SURFACE DEFORMATIONS

Victoria Aleksnadrovna Korshunova¹

Yulia Sergeevna Kandrashkina²

Anatoly Alekseevich Lebedev³

^{1,2,3}N.G. and A.G. Stoletov Vladimir State University, Vladimir, Russia

¹steamgambo@gmail.com

²juliakandrashkina@gmail.com

³lebedev.anatoli@yandex.ru

Abstract: The article examines the problem of low durability of asphalt-concrete road surfaces in Russia, taking into account the vast territory and variety of climatic conditions. The necessity of strengthening road structures is justified, since under the influence of mechanical loads and climatic factors, the coating fails after 5-7 years, while the estimated service life significantly exceeds this period. The main types of defects are analyzed — fatigue and reflective cracks, ruts, potholes — and their causes are also identified: thermal sensitivity of asphalt concrete, insufficient tensile strength, overloading of vehicles, as well as violations of the technology of laying and subsequent maintenance of coatings. A solution is proposed — reinforcement of road surfaces. It is shown that the use of high-strength reinforcing elements significantly increases the resistance of coatings to cracking and rutting, slows down the degradation processes and significantly increases the repair time. Special attention is paid to the prospects of this technology for improving the reliability and safety of the road infrastructure of the Russian Federation.

Keywords: asphalt concrete, durability of coatings, defects in the roadway, reinforcement, rut, fatigue cracks, inter-repair period

For citation: Korshunova V.A., Kandrashkina Yu.S., Lebedev A.A. The current state of the road network of the Russian Federation and the main causes of surface deformations// Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilovsky University, 2026, p.228

Долговечность дорожных покрытий представляет собой одну из наиболее острых проблем для России, располагающей разветвлённой транспортной инфраструктурой, охватывающей огромные территории с различными климатическими условиями. Нарастающая интенсивность грузового и пассажирского трафика лишь усугубляет ситуацию. Между тем именно качество дорог служит наглядным отражением уровня экономического развития страны и её способности обеспечивать безопасность на транспорте. Асфальтобетон занимает господствующее положение среди материалов, применяемых при устройстве дорожных покрытий, однако в ходе длительной

эксплуатации он неизбежно испытывает разрушительное воздействие совокупности внешних факторов — как механических нагрузок от транспортных средств, так и неблагоприятных природно-климатических условий, что в конечном счёте ведёт к преждевременному износу и деградации покрытия [1].

Научное обоснование для использования армирования складывается из анализа причин возникновения разрушений, их классификации и оценки реального положения дел в сфере дорожной инфраструктуры. Если обратиться к статистическим данным, картина выглядит весьма тревожно: на участках с интенсивным транспортным потоком асфальтобетонное покрытие приходит в негодность уже через 5–7 лет, тогда как проектные показатели предполагают существенно более длительный срок эксплуатации. Подобная ситуация характерна для значительной доли дорожного фонда Российской Федерации, который продолжает функционировать за пределами нормативного ресурса — и это несмотря на реализацию крупных государственных программ по развитию дорожной отрасли [2].

Значительная часть автомобильных дорог не соответствует установленным стандартам. Согласно статистике Росавтодора, даже магистрали федерального значения в немалой степени страдают от разрушения покрытия — колеи и трещины, которые негативно сказываются как на скорости передвижения, так и на общей безопасности участников дорожного движения. Ускоренное разрушение дорожного полотна неизбежно оборачивается колоссальными расходами на проведение ремонтных работ и текущее обслуживание инфраструктуры. Помимо этого, государство и автовладельцы несут ощутимые финансовые потери, обусловленные увеличенным потреблением горючего, ускоренным износом транспортных средств и покрышек, а также непродуктивными временными затратами в пути.

Систематизация дефектов асфальтобетонных покрытий с учётом их природы и механизмов образования представляет собой необходимую основу для грамотного выбора методов усиления дорожного полотна. Именно поэтому разработка и применение технологий, способных увеличить долговечность покрытий и продлить межремонтные интервалы, занимает одно из ключевых мест в дорожной отрасли. Немаловажно и то, что повреждения покрытия напрямую сказываются на безопасности дорожного движения — в особенности при неблагоприятных погодных условиях они становятся одним из главных факторов, провоцирующих возникновение аварийных ситуаций на дорогах [3].

Когда материал дорожного полотна не выдерживает повторяющихся нагрузок от проезжающего транспорта, в его нижней растянутой зоне зарождаются микроскопические разрывы. Со временем они разрастаются, пронизывая весь слой асфальтобетона насквозь, формируя характерный узор, напоминающий чешую рептилии. Подобный вид разрушения принято называть усталостным растрескиванием, а его первопричиной служит недостаточная способность материала противостоять изгибающим растягивающим усилиям. Колейность и пластические деформации являются одним из характерных

проявлений разрушения дорожного полотна. Среди наиболее часто встречающихся и сложно устранимых повреждений выделяют рефлекссионные, или отражательные, трещины. Их отличительная черта состоит в том, что они формируются строго над уже существующими швами и трещинами в основании или нижних слоях покрытия. Механизм их появления объясняется тем, что деформации и напряжения, накапливающиеся в нижних слоях конструкции, постепенно передаются вверх, вызывая ускоренное разрушение верхнего слоя дорожной одежды. Именно против этого вида повреждений армирование демонстрирует наибольшую эффективность. Что касается ориентации трещин, обусловленных потерей пластичности материала, то они, как правило, располагаются в поперечном направлении относительно оси дороги [4].

Когда асфальт под воздействием высоких температур теряет свою жёсткость, тяжёлый транспорт оставляет на покрытии характерные продольные вдавленности. Подобные деформации возникают вследствие значительных сдвиговых усилий, передаваемых колёсами грузовых автомобилей. Помимо снижения удобства езды, такие углубления провоцируют скопление воды на проезжей части, что существенно повышает аварийность, а также генерирует повышенные динамические воздействия на дорожную конструкцию, многократно ускоряя её деградацию.

Отдельного внимания заслуживают локальные разрушения покрытия, известные как выбоины. По своей природе они представляют собой финальную фазу развития уже существующих повреждений: атмосферная влага, проникающая сквозь образовавшиеся трещины, постепенно подрывает несущую способность дорожного основания. В результате систематического давления со стороны транспортных средств происходит точечное разрушение материала покрытия. Отслоение и разрушение поверхностного слоя материала (рис.1) [2, 3].

В условиях высоких температур материал приобретает пластичность, что провоцирует образование колеи, тогда как при низких температурах он становится хрупким и склонным к растрескиванию [5].



Рисунок 1 – определение дефектов на дорожном полотне

Среди ключевых внешних воздействий особого внимания заслуживают следующие аспекты. Постоянно возрастающая нагрузка на дорожное полотно со стороны транспортных средств, прежде всего грузового транспорта, чьи осевые нагрузки нередко достигают или превышают допустимые пределы, неизбежно ведёт к стремительному развитию усталостных разрушений и остаточных деформаций покрытия. Не менее существенную роль играют природно-климатические условия: российский климат отличается резкими колебаниями температур как в течение суток, так и на протяжении всего года, значительным количеством осадков, а широкое применение антигололёдных химических реагентов в зимний период дополнительно усугубляет деструктивное воздействие на дорожную конструкцию.

Среди технологических и проектных недостатков особого внимания заслуживают неправильно подобранный состав асфальтобетонной смеси и недостаточная толщина дорожной конструкции. Помимо этого, нарушения технологии уплотнения в процессе укладки покрытия существенно снижают его эксплуатационные характеристики. Несвоевременное проведение текущего ремонта и ненадлежащее техническое обслуживание дорог лишь усугубляют ситуацию.

При этом широко применяемые на практике способы восстановления дорог — локальный ремонт повреждённых участков и нанесение тонких выравнивающих слоёв — как правило, дают лишь кратковременный эффект, не затрагивая глубинных причин разрушения.

Одним из ключевых направлений в решении актуальных проблем дорожной отрасли России выступает исследование технологий и материалов, применяемых для упрочнения дорожных конструкций. Введение в структуру покрытия высокопрочных элементов, способных принимать на себя растягивающие нагрузки, лежит в основе метода армирования. Результаты как лабораторных экспериментов, так и практического применения данного

подхода свидетельствуют о его высокой эффективности: грамотно выполненное армирование существенно повышает устойчивость покрытия к образованию трещин, уменьшает колееобразование и позволяет значительно увеличить эксплуатационный ресурс дорожного полотна. Именно этот метод рассматривается как один из перспективных инструментов повышения прочности покрытия на растяжение.

Список литературы

1. ОДМ 218.5.001-2009. Методические рекомендации по применению геосеток и плоских георешеток для армирования асфальтобетонных слоев усовершенствованных видов покрытий при капитальном ремонте и ремонте автомобильных дорог. - М.: Росавтодор, 2010.
2. А.Б. Павликов, М.Д. Селенок // Вестник науки и образования Северо-Запада России, 2022, Т.8, №2.
- 3.. Петрова О.Н., Солдатов А.А., Яшин С.О. Современные дорожностроительные материалы. Геосинтетические материалы // Транспорт. Строительство. Экология. – 2017. – № 4.
4. Каменчуков А. В. Оценка прочности дорожных покрытий с внутренними трещинами / А.В. Каменчуков, И.С. Украинский, И.Д. Алексеева,
5. Сиротюк, В. В. Применение геосинтетических материалов для армирования асфальтобетонных покрытий / Строительство. Строительные материалы и изделия // Вестник СибАДИ, выпуск 4 (18), 2010.

© Коршунова В.А., Кандрашкина Ю.С., Лебедев А.А., 2026

РАЗРАБОТКА И ОПТИМИЗАЦИЯ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНА ВОЗВЕДЕНИЯ МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА С УЧЕТОМ СЕЗОННОСТИ РАБОТ В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО УРАЛА

Ангелина Дмитриевна Кривушичева¹

Елена Владимировна Балабенко²

^{1,2}ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия

²Balabenko_e@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются особенности разработки календарного плана строительства многоэтажного жилого дома в условиях резко континентального климата Южного Урала. Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения эффективности организационных и технологических решений, минимизации простоев и обеспечения высокого качества работ в условиях значительных колебаний температуры и неравномерного распределения осадков в течение года. На основе анализа нового свода правил по строительной климатологии (СП 131.13330.2025) и особенностей региона предложена более оптимизированная структура календарного плана с разделением на технологические этапы. Отдельное внимание уделено методам производства работ в зимний период, а также организации мероприятий, позволяющих сократить общий срок строительства.

Ключевые слова: климат, календарный план, Урал, оптимизация, строительное производство.

Для цитирования: Кривушичева А.Д., Балабенко Е.В. Разработка и оптимизация календарного плана возведения многоэтажного жилого дома с учетом сезонности работ в климатических условиях Южного Урала // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.234

Original article

DEVELOPMENT AND OPTIMIZATION OF A CALENDAR PLAN FOR THE CONSTRUCTION OF A MULTIPLE-STOREY RESIDENTIAL BUILDING, TAKING INTO ACCOUNT THE SEASONALITY OF WORKS IN THE CLIMATIC CONDITIONS OF THE SOUTHERN URALS

Angelina Dmitrievna Krivushicheva¹

Elena Vladimirovna Balabenko²

^{1,2}FSBEI HE Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia

²Balabenko_e@mail.ru

Annotation. This article discusses the features of developing a construction schedule for a multi-storey residential building in the harsh continental climate of the Southern Urals. The relevance of this topic is due to the need to improve the efficiency of organizational and technological solutions, minimize downtime, and ensure high-quality work in conditions of significant temperature fluctuations and uneven precipitation distribution throughout the year. Based on the analysis of the new set of rules for construction climatology (SP 131.13330.2025) and the specific features of the region, a more optimized construction schedule structure with division into technological stages has been proposed. Special attention is given to winter construction methods and the organization of measures to reduce the overall construction period.

Keywords: climate, construction schedule, Urals, optimization, construction production.

For citation: Krivushicheva A.D., Balabenko E.V. Development and Optimization of a Calendar Plan for the Construction of a Multi-Storey Residential Building, Taking into Account the Seasonality of Work in the Climatic Conditions of the Southern Urals // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026, p.234.

Характерная особенность Южного Урала – это сложные инженерно-климатические условия для строительства. В этом регионе наблюдается ярко выраженная сезонность, вследствие холодной и продолжительной зимы (средняя температура января от -16 до -18°C). При этом, лето достаточно жаркое. Переходные периоды, такие как весна и осень, часто сопровождаются нестабильной погодой, обильными осадками и сильными ветрами.

Разработка календарного плана (далее КП) в проекте организации строительства (далее ПОС) является важным документом, который определяет последовательность и сроки работы. Оптимизация КП с учетом сезонности позволяет не только уложиться в нормативные сроки, но и снизить сметную стоимость. Это возможно благодаря рациональному использованию ресурсов. Приведем некоторые особенности составления КП в условиях Южного Урала:

1. Климатическая характеристика региона строительства

При разработке КП для объектов на Южном Урале мы обязаны руководствоваться актуализированной нормативной базой. С 9 сентября 2025 года введен в действие новый свод правил СП 131.13330.2025 «СНиП 23-01-99 Строительная климатология». Проанализировав эти данные, видно, что для

крупных городов региона (Челябинск, Магнитогорск) характерны следующие критические для строительства параметры:

1) расчетная температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки (обеспеченностью 0,92) достигает $-34... -38^{\circ}\text{C}$. [1, С. 89] Этот факт напрямую влияет на технологию бетонирования и работы по кладке;

2) продолжительность периода с отрицательной температурой с средним составляет 145-160 дней. Это означает, что практически 5 месяцев в году мы вынуждены работать в зимних условиях [1, С. 126];

3) для рассматриваемого региона характерны глинистые грунты, а также суглинков. Нормативная глубина промерзания этих пород составляет 1,8-2,1 метра, что напрямую диктует сроки выполнения земляных работ;

4) также характерно преобладание западного и юго-западного направления ветра со скоростями 4-6 м/с, что является неблагоприятным условием и требует защиты рабочих мест и учитывается при выборе направления монтажа крана.

2. Структура календарного плана и сезонная разбивка

Предложение оптимизации календарного плана представляет собой распределение определенных видов работ по наиболее благоприятным периодам. В традиционном подходе год делится на теплый и холодный сезон. Однако для условий Южного Урала я предлагаю более дробное разделение, которое будет учитывать актуальные изменения климата.

В связи с этим представляется логичным структурировать виды работ исходя из более детализированной сезонной градации:

1) подготовительные мероприятия и нулевой цикл (разработка грунта; закладка фундаментов) целесообразно планировать в апреле–июне. Потепление способствует размягчению грунтовых массивов после зимнего промерзания — это позволяет предположить снижение трудоемкости земляных операций и экономию затрат на рыхление оснований. Монтаж фундаментных плит рекомендуется завершать до наступления периода интенсивных ливней во избежание риска переувлажнения основания котлована. [2, С. 18];

2) возведение надземной части рационально смещать в интервал июнь–сентябрь: высокая температура способствует набору прочности бетоном без дополнительных энергоемких мероприятий по прогреву растворных смесей. Синхронизация кладочных работ со сборкой перекрытий обеспечивает пространственную жесткость каркаса — эта стратегия может благоприятно сказаться на устойчивости всей конструкции здания;

3) монтаж кровельных систем и закрытие теплового контура предпочтительно выполнять в сентябре–октябре сразу после снижения активности осадков; данные меры минимизируют теплопотери объекта и позволяют оперативно перейти к внутренним отделочным операциям уже в начале ноября посредством временного отопления объектов (например, переносными теплогенераторами);

4) внутренние отделочные работы статистически целесообразны зимой. Они малозависимы от внешних климатических факторов при эффективном

использовании временных систем отопления позволяет не только поддерживать качество отделочных операций (таких как штукатурка или стяжка полов), но и существенно ускорять производственный поток;

5) специализированные работы в зимний период с ноября по март. С наступлением холодов наружные работы сворачиваются. [3, С. 56; 4; 5].

В календарный план на этот период времени следует закладывать:

- внутренние отделочные работы: штукатурка, устройство стяжек, разводка инженерных систем (сантехника, электрика). При работающем временном отоплении качество отделки не страдает;

- зимнее бетонирование (монолитные участки): если без этого не обойтись, требуется введение противоморозных добавок и последующий прогрев бетона трансформаторами через греющие провода;

- кладка в зимних условиях: допускается при температуре до -15°C , но с обязательным использованием противоморозных добавок в раствор и последующим укрытием кладки. Это значительно удорожает процесс, поэтому в оптимизированном графике таких работ стараются избегать.

3. Организационно-технологические решения по оптимизации

Для соблюдения сроков строительства (например, целевых 10-11 месяцев вместо нормативных) необходимо применить ряд оптимизационных решений:

- поточный метод с вертикальной разбивкой на захватки. Разделение здания на две-три захватки позволяет вести кладку стен на одной захватке, а монтаж перекрытий — на другой, обеспечивая непрерывность потока бригад;

- технология «Теплый контур» к зиме. Это главная оптимизационная задача. Если к началу декабря здание герметично (кровля, окна, двери, замоноличены стыки), строительные работы можно вести весь зимний период без существенного снижения темпов;

- применение противоморозных добавок в кладочные растворы. При прогнозируемом похолодании в сентябре-октябре (что типично для Урала) в график закладывается переход на зимние марки растворов уже в конце сентября. Это позволяет продлить строительный сезон на 2-3 недели. [6, С. 27; 7];

- устройство тепляков и укрытий. На наиболее ответственных участках (бетонирование узлов, входные группы) необходимо предусматривать в КП время на монтаж временных укрытий и систем обогрева.

4. Техничко-экономическая эффективность предложений

Разработка КП с жесткой привязкой к сезонности дает ощутимый экономический эффект:

- снижение затрат: отказ от массового прогрева бетона зимой экономит энергию (до 20-30% затрат на энергоресурсы);

- сокращение сроков: совмещение отделочных работ с завершающим этапом монтажа этажей за счет раннего закрытия контура позволяет сократить общий цикл строительства на 1,5 – 2 месяца по сравнению с неоптимизированным графиком;

- качество: кладка, выполненная при плюсовой температуре, исключает риск «холодных швов» и высолов на фасаде в будущем. [8, С. 48; 9].

Заключение:

Климат Южного Урала диктует жесткие условия для организации строительного производства. Простое копирование типового календарного плана без учета сезонности ведет к срыву сроков, необоснованному удорожанию и снижению качества работ.

Оптимальная стратегия для многоэтажного жилого дома заключается в следующем: максимально использовать летне-осенний период для возведения несущих конструкций и закрытия теплового контура, а зимний сезон направить на внутренние отделочные и сантехнические работы.

Таким образом, интеграция сезонной специфики региона с учетом современных нормативов (например, положений СП 131.13330.2025) обоснованно рассматривается как одно из ключевых условий обеспечения своевременного ввода объекта в эксплуатацию при сохранении качественных и экономических параметров проекта. Полученные выводы косвенно подтверждают значимость комплексного подхода к календарному планированию, учитывающего синергию природно-климатических и технологических факторов в условиях континентального климата Южного Урала.

Список источников

1. СП 131.13330.2025. Строительная климатология. – М.: Минстрой России, 2025.
2. СП 48.13330.2019. Организация строительства. – М.: Стандартинформ, 2019.
3. Дикман Л.Г. Организация строительного производства. – М.: Издательство АСВ, 2023. – 612 с.
4. Балабенко, Е. В. Организационно-институциональный механизм развития государственно-частного партнерства в отраслевой среде / Е. В. Балабенко. – Донецк : ФЛП Артамонов Д.А., 2021. – 283 с. – EDN NKNAWY.
5. Балабенко, Е. В. Элементы формирования механизмов государственно-частного и муниципально-частного партнерства в жилищном строительстве / Е. В. Балабенко // Менеджер. – 2019. – № 3(89). – С. 10-17. – EDN IRXGG
6. Общие принципы сезонности в строительстве // Информационный портал. – URL: https://xn--g1agecy.xn--p1ai/articles/sezonnost_v_stroitelstve (дата обращения: 17.03.2026).
7. 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. 347-358. – DOI 10.21285/2227-2917-2025-2-347-358. – EDN CGXVOI.
8. Анализ открытия строительного сезона 2026 в регионах РФ // TenChat. – 2026. – URL: <https://tenchat.ru/media/4690576> (дата обращения: 17.03.2026).

9. 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. – DOI 10.21285/2227-2917-2025-2-347-358. – EDN CGXVOI.

© Кривушичева А.Д., Балабенко Е.В., 2026

Научная статья
УДК 625.8

АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОМАТЕРИАЛОВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Матвей Александрович Кузьмин¹

Анатолий Алексеевич Лебедев²

Юлия Сергеевна Кандрашкина³

^{1,2,3}Владимирский государственный университет им. Н.Г. и А.Г. Столетовых, г. Владимир, Россия

¹futbolistkirill327@xmail.ru

²lebedev.anatoli@yandex.ru

³juliakandrashkina@gmail.com

Аннотация: В статье рассматривается использование геосинтетических материалов в процессе строительства земляного полотна автомобильных дорог в условиях России. Рассматривается значение геотекстилей, геосеток и георешёток с точки зрения укрепления несущих характеристик грунтов, минимизации деформационных процессов и продления эксплуатационного ресурса дорожных сооружений — в первую очередь на сложных типах грунтов (слабых, переувлажнённых, вечномёрзлых). Выполнен сравнительный анализ отечественного опыта и зарубежных практик (FHWA, труды Koerner, Holtz и др.), по результатам которого обоснована необходимость гармонизации стандартов и совершенствования применяемых расчётных методов. Отмечается значимость технологического надзора и контроля качества в целях оптимизации применения геоматериалов. Установлено, что их рациональное использование способствует сокращению расходов на восстановительные работы и улучшению безопасности дорожного движения.

Ключевые слова: Земляное полотно, автомобильные дороги, геосинтетические материалы (геотекстиль, геосетки, георешётки), несущая способность грунтов и деформации земляного полотна, проблемные грунты, включая многолетнемёрзлые, пучинистые и водонасыщенные грунты.

Для цитирования: Кузьмин М.А., Лебедев А.А., Кандрашкина Ю.С. Анализ отечественного и зарубежного опыта применения геоматериалов в дорожном строительстве// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI

Original article

ANALYSIS OF DOMESTIC AND FOREIGN EXPERIENCE IN THE USE OF GEOMATERIALS IN ROAD CONSTRUCTION

Matvey Aleksandrovich Kuzmin¹

Anatoly Alekseevich Lebedev²

Yulia Sergeevna Kandrashkina³

^{1,2,3}N.G. and A.G. Stoletov Vladimir State University, Vladimir, Russia

¹futbolistkirill327@xmail.ru

²lebedev.anat0li@yandex.ru

³juliakandrashkina@gmail.com

Abstract: The article discusses the use of geosynthetic materials in the process of roadway construction in Russia. The importance of geotextiles, geogrids and geogrids is considered from the point of view of strengthening the bearing characteristics of soils, minimizing deformation processes and extending the operational life of road structures, primarily on complex types of soils (weak, waterlogged, permafrost). A comparative analysis of domestic experience and foreign practices (FHWA, works by Koerner, Holtz, etc.) has been performed, based on the results of which the need for harmonization of standards and improvement of applied calculation methods has been substantiated. The importance of technological supervision and quality control in order to optimize the use of geomaterials is noted. It has been established that their rational use contributes to reducing the cost of restoration work and improving road safety.

Keywords: Earthbed, highways, geosynthetic materials (geotextiles, geogrids, geogrids), bearing capacity of soils and deformations of the earthbed, problematic soils, including permafrost, deep-lying and water-saturated soils.

For citation: Kuzmin M.A., Lebedev A.A., Kandrashkina Yu.S. Analysis of domestic and foreign experience in the use of geomaterials in road construction// Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilovsky University, 2026, p.239

Современные дороги невозможно представить без надёжного основания — земляного полотна, от которого напрямую зависят долговечность и устойчивость всей дорожной конструкции. Применение геосинтетических материалов позволяет существенно укрепить грунты и минимизировать разрушительное воздействие эксплуатационных нагрузок, что особенно актуально с учётом сложных геологических условий и климатического разнообразия российских регионов. Нормативно-правовую основу в сфере

качества и безопасности дорожного строительства формирует ряд федеральных законов: № 384-ФЗ распространяет обязательные требования на здания и сооружения как объекты капитального строительства, № 257-ФЗ охватывает вопросы дорожной деятельности в целом, а № 184-ФЗ «О техническом регулировании» определяет базовые принципы подтверждения соответствия и установления обязательных технических требований к конструкциям и материалам.

Совместное использование геосинтетических материалов и водозащитных решений демонстрирует высокую практическую эффективность — к такому выводу пришли в своих работах И. А. Иванов и П. Н. Фёдоров. При этом грамотный подбор геоматериалов с учётом их функционального назначения — будь то армирование, дренирование, фильтрация или разделение слоёв — составляет основу качественного проектирования дорожных конструкций [4]. Помимо выполнения разделительной функции, данные материалы способствуют упрочнению оснований и существенно уменьшают возникающие деформации. Нормативную базу в этой области формируют два стандарта: требования к геосинтетикам, применяемым для армирования нижних слоёв дорожного основания, закреплены в ГОСТ Р 56338–2023, тогда как характеристики материалов, обеспечивающих разделение конструктивных слоёв дорожной одежды, регламентируются ГОСТ Р 56419–2015.

Ключевым препятствием для широкого внедрения геосинтетических материалов остаётся несовершенство нормативной документации — требования к их применению нуждаются в чёткой систематизации и упорядочении. При этом даже успешный практический опыт использования геоматериалов не решает глубинных системных противоречий, тормозящих их эффективное распространение. Производство и приёмка дорожных работ осуществляются в соответствии с СП 78.13330.2012 и СП 45.13330.2017, тогда как мерзлотно-грунтовые условия учитываются согласно требованиям СП 25.13330.2012. Существенную роль в снижении эксплуатационных характеристик геоматериалов играют нарушения технологии их укладки в сочетании с ненадлежащим контролем качества выполняемых работ [5].

Совершенствование нормативной базы и повышение качества проектных решений во многом определяют перспективы более широкого внедрения современных технологий в дорожное строительство. Немаловажную роль при этом играют грамотно организованный строительный контроль и актуализация расчётных методик.

Среди приоритетных направлений отрасли выделяется возведение дорог в сложных инженерно-геологических условиях — на водонасыщенных и слабых грунтах, в районах сезонного промерзания, а также в зонах распространения вечной мерзлоты. Проектирование в подобных условиях ведётся в соответствии с требованиями СП 25.13330.2012. Не менее востребованным остаётся применение геоматериалов при реконструкции и капитальном ремонте дорожных объектов, что позволяет существенно сократить эксплуатационные деформации и оптимизировать финансовые затраты [5].

Вопросы документального анализа в данной сфере нашли отражение в работах И. А. Иванова и П. Н. Фёдорова. Технологическая дисциплина при производстве работ регламентируется положениями СП 78.13330.2012, тогда как испытательные методы определяются ГОСТ Р 55030–2012. В числе авторов, внёсших вклад в разработку соответствующих подходов, следует отметить Л. Тарасова и А. Н. Егорова.

Взаимодействие между основанием и геосинтетическим материалом, а также инструментальный мониторинг проблемных участков и строгое соблюдение технологических норм выступают ключевыми требованиями при проведении строительных работ. Исследователи Holtz R. D., Christopher B. R. и Berg R. R. сформулировали практические рекомендации, касающиеся подбора геосинтетических материалов, оценки их эксплуатационного ресурса и организации строительного надзора. В свою очередь, Koerner R. M. систематизировал фундаментальные подходы к проектированию сооружений с применением геосинтетиков, уделив особое внимание методам анализа их поведения в составе конструкций [6].

В западной научной практике геосинтетические материалы принято рассматривать как самостоятельный конструктивный элемент, обладающий чётко определёнными функциональными параметрами и критериями оценки, что предполагает жёсткий контроль как качества самих материалов, так и технологии их применения.

Зарубежные и отечественные специалисты решают во многом идентичные инженерные задачи — обеспечение устойчивости конструкций, организация дренажа и фильтрации, армирование — однако принципиальное расхождение между двумя школами кроется в уровне нормативной и расчётной базы. Российская практика, по оценке А. Н. Егорова и А. В. Смирнова, до сих пор лишена унифицированных требований, а глубина технических обоснований заметно проигрывает иностранным стандартам. Схожие выводы формулируют И. А. Иванов и П. Н. Фёдоров: существующая регуляторная система страдает от внутренней разрозненности — требования к материалам, методики расчёта и процедуры контроля качества существуют разрозненно и не объединены в целостную структуру, что свидетельствует о необходимости её комплексного пересмотра [7].

Отставание отечественной нормативной базы от реального уровня развития современных геоматериалов фиксируется в работах таких исследователей, как А. Л. Тарасов и Н. П. Кузнецов — они прямо указывают на неполноту действующих норм применительно к широкому кругу практических задач. При этом российская система регулирования располагает разветвлённым комплексом документов — СП, ГОСТ, ОДМ, — однако расчётный инструментарий для целого ряда условий использования геоматериалов нуждается в существенном совершенствовании. Принципиально иначе выстроена система в зарубежной практике: американские руководства FHWA, а также фундаментальные труды Holtz–Christopher–Berg и Koerner отличаются строгой структурированностью требований и детально проработанными

процедурами контроля качества. Всё это указывает на значительный потенциал адаптации международного опыта в наиболее приоритетных направлениях отрасли.

Отечественные и зарубежные методы существенно расходятся в части нормативной базы, обеспечения качества и расчётных методологий. В зарубежной практике прослеживается тенденция к комплексному проектированию, при котором оптимизационные решения и применение геоматериалов органично дополняют и усиливают друг друга. Внедрение численного моделирования позволяет значительно точнее прогнозировать деформационное поведение земляного полотна и повышает достоверность принимаемых проектных решений.

Список источников

1. Кузнецов Н. П., Фёдоров П. Н. Причины снижения ровности покрытий автомобильных дорог // Вестник МАДИ. — 2017. — № 2. — С. 48–54.
2. Лебедев А. В., Смирнов А. В. Влияние деформаций основания на дорожные одежды // Автомобильные дороги. — 2018. — № 4. — С. 26–32.
- 3 Кузнецов Н. П., Фёдоров П. Н. Причины снижения ровности покрытий автомобильных дорог // Вестник МАДИ. — 2017. — № 2. — С. 48–54.
- 4 Егоров А. Н., Иванов И. А. Эксплуатационные последствия деформаций земляного полотна // Дороги и мосты. — 2018. — № 1. — С. 61–68.
- 5 Морозов И. В., Лебедев А. В. Деформации земляного полотна и безопасность движения // Автомобильные дороги. — 2019. — № 3. — С. 20–25.
- 6 Кузнецов Н. П., Смирнов А. В. Эксплуатационные затраты при деформациях основания // Вестник МАДИ. — 2018. — № 4. — С. 37–43.
- 7 Тарасов А. Л., Егоров А. Н. Нормативное обеспечение применения геосинтетиков // Дороги и мосты. — 2016. — № 2. — С. 73–79.

© Кузьмин М.А., Лебедев А.А., Кандрашкина Ю.С., 2026

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ АРМИРОВАНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Дарья Евгеньевна Курбакова¹

Анатолий Алексеевич Лебедев²

Юлия Сергеевна Кандрашкина³

^{1,2,3}Владимирский государственный университет им. Н.Г. и А.Г. Столетовых, г. Владимир, Россия

¹brawlstars-2007@inbox.ru

²lebedev.anatoli@yandex.ru

³juliakandrashkina@gmail.com

Аннотация: В статье рассмотрена результативность применения геосеток для армирования асфальтобетонных покрытий в специфических условиях эксплуатации российских автодорог. Представлен многосторонний подход к анализу воздействия армирующих элементов, включающий расчётные, лабораторные и полевые методы исследования. Изучено влияние армирующих прослоек на характер распределения напряжений и деформаций в конструктивных слоях дорожного полотна. Представлены данные численного моделирования и натурных испытаний, подтверждающие улучшение эксплуатационных показателей покрытий: рост прочности при растяжении составил 10–15%, долговечность при циклических нагрузках увеличилась в 1,5–2 раза, а межремонтный период эксплуатации возрос в 1,5–3 раза. Зафиксировано уменьшение колейности (на 20–30%), распространения отражённых трещин (на 40–70%), а также затрат на техническое обслуживание (до 40%). Проанализированы нормативно-правовые акты (СП 34.13330.2021), определяющие порядок использования геосинтетических материалов, а также расчётные параметры в соответствии с методическими рекомендациями Росавтодора. Продемонстрирована технико-экономическая эффективность армирования: при росте первоначальных вложений на 3–7% суммарные расходы на содержание дорожного полотна сокращаются на 20–35%. Материал представляет интерес для профессионалов в сфере дорожного строительства и эксплуатации дорог.

Ключевые слова: Армированные асфальтобетонные покрытия, геосетки, геосинтетические материалы, дорожная конструкция, напряжённо-деформированное состояние, усталостная долговечность, растягивающие напряжения, колеобразование, трещиностойкость, межремонтный срок службы, расчётные методы.

Для цитирования: Курбакова Д.Е., Лебедев А.А., Кандрашкина Ю.С., Методы оценки эффективности армирования асфальтобетонных покрытий// Современные проблемы и перспективы развития строительства,

теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.244

Original article

METHODS FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF ASPHALT CONCRETE PAVEMENT REINFORCEMENT

Daria Evgenievna Kurbakova¹

Anatoly Alekseevich Lebedev²

Yulia Sergeevna Kandrashkina³

^{1,2,3}N.G. and A.G. Stoletov Vladimir State University, Vladimir, Russia

¹brawlstars-2007@inbox.ru

²lebedev.anatoli@yandex.ru

³juliakandrashkina@gmail.com

Abstract: The article considers the effectiveness of using geogrids for reinforcing asphalt concrete pavements in the specific operating conditions of Russian highways. A multi-pronged approach to the analysis of the effects of reinforcing elements is presented, including computational, laboratory and field research methods. The influence of reinforcing interlayers on the distribution of stresses and deformations in the structural layers of the roadway has been studied. Numerical modeling and field testing data are presented confirming the improvement in the performance of coatings: the increase in tensile strength was 10-15%, durability under cyclic loads increased 1.5–2 times, and the maintenance period increased 1.5–3 times. There was a decrease in trackage (by 20-30%), the spread of reflected cracks (by 40-70%), as well as maintenance costs (up to 40%). Regulatory legal acts (SP 34.13330.2021) defining the procedure for the use of geosynthetic materials, as well as design parameters in accordance with the methodological recommendations of Rosavtodor, are analyzed. The technical and economic efficiency of reinforcement has been demonstrated: with an increase in initial investments by 3-7%, the total cost of maintaining the roadway is reduced by 20-35%. The material is of interest to professionals in the field of road construction and road maintenance.

Keywords: Reinforced asphalt concrete pavements, geogrids, geosynthetic materials, road construction, stress-strain state, fatigue durability, tensile stresses, track formation, crack resistance, inter-repair service life, calculation methods.

For citation: Kurbakova D.E., Lebedev A.A., Kandrashkina Yu.S., Methods for evaluating the effectiveness of asphalt concrete pavement reinforcement// Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilovsky University, 2026, p.244

Армированные асфальтобетонные покрытия функционируют в условиях одновременного воздействия множества факторов: динамических нагрузок от транспортных средств, температурных перепадов и климатических воздействий, специфичных для российских автомобильных дорог [2]. Именно эта многофакторность определяет необходимость применения комплекса взаимодополняющих методов — расчётных, лабораторных и натурных — при изучении поведения дорожных конструкций с армирующими элементами.

Таким образом, определение степени эффективности применения армирования в асфальтобетонных покрытиях относится к числу сложных инженерных проблем, решение которых невозможно в рамках какого-либо одного подхода. Отечественная методология в данной области формировалась с учётом указанной многоаспектности и накопленного опыта эксплуатации дорог в условиях Российской Федерации.

Данная система базируется на практическом опыте использования армированных покрытий на дорогах разных категорий, а также опирается на результаты научных исследований и действующие нормативные документы (табл. 1) [1].

Таблица 1 - Сравнение методов оценки эффективности армирования асфальтобетонных покрытий

Метод оценки	Основные показатели	Преимущества	Ограничения
Расчётный	НДС, растягивающие напряжения, усталостная долговечность	Позволяет прогнозировать поведение покрытия на стадии проектирования	Зависит от точности расчётных моделей
Лабораторный	Прочность, модуль упругости, трещиностойкость	Экспериментальное подтверждение расчётных данных	Требует специализированной лабораторной базы
Натурный	Трещинообразование, колеобразование, срок службы	Отражает реальные условия эксплуатации	Длительный период наблюдений

Армирующие прослойки оказывают существенное воздействие на распределение напряжений и деформаций в конструктивных слоях дорожной одежды — именно это воздействие и призваны оценивать соответствующие расчётные подходы. Ключевым инструментом такой оценки служит анализ напряжённо-деформированного состояния системы с учётом введённого армирующего элемента. Следует отметить, что действующий СП 34.13330.2021 предусматривает возможность использования геосинтетики в составе дорожных конструкций: нормативный документ допускает её применение в целях улучшения трещиностойкости и увеличения срока службы асфальтобетонных покрытий при наличии соответствующего технико-экономического обоснования [2].

Усталостная долговечность дорожного покрытия и снижение растягивающих напряжений в слоях асфальтобетона под воздействием

армирования — вот ключевые параметры, которые необходимо установить в ходе вычислений [3]. Армирующий элемент в расчётных схемах, как правило, интерпретируется либо как компонент, принимающий на себя растягивающие нагрузки, либо как слой с увеличенными показателями жёсткости. Действующая нормативная база, в частности СП 34.13330.2021, предписывает проводить проектирование дорожных одежд с применением многослойной модели покрытия — как в случае конструкций без армирования, так и при его наличии [3]. В методических рекомендациях Росавтодора определён перечень параметров, которые необходимо принимать во внимание при проведении расчётов. К ним относятся: зона дорожно-климатического районирования, интенсивность и характер действующих транспортных нагрузок, прочностные и деформационные характеристики применяемого геосинтетического материала, а также глубина размещения армирующего слоя в толще асфальтобетонного покрытия.

Как свидетельствуют данные расчётного моделирования, проведённого российскими учёными, использование геосетки, жёсткость которой в 5–10 раз превосходит жёсткость асфальтобетона, обеспечивает заметное снижение Вероятность возникновения усталостного растрескивания значительно снижается — примерно на 20–40 % — благодаря уменьшению растягивающих напряжений, действующих в нижней части слоя асфальтобетона [3,4].

Следует отметить, что применение армирующих элементов, согласно проведённым вычислениям, обеспечивает более равномерное распределение нагрузок по площади основания. Это позволяет существенно уменьшить концентрацию напряжений в отдельных точках и, как следствие, улучшить несущие характеристики дорожной конструкции, не прибегая к наращиванию толщины слоя покрытия [4]. Для оценки того, насколько эффективно армирование воздействует на эксплуатационные свойства дорожных конструкций, активно применяются лабораторные методы испытаний.

Среди существующих подходов к оценке эффективности армированных покрытий особое место занимают натурные методы, которые обеспечивают наибольшую достоверность получаемых результатов. Это обусловлено тем, что данные методы позволяют изучить поведение конструкций непосредственно в условиях реальной эксплуатации. В рамках натурных исследований проводится комплекс мероприятий: систематический мониторинг технического состояния дорожного полотна, замеры с использованием специализированных инструментов, а также изучение продолжительности межремонтных периодов [5].

Что касается практических результатов применения геосинтетических материалов, то данные, накопленные СоюздорНИИ и Росавтодором, свидетельствуют о значительном повышении долговечности асфальтобетонных покрытий в ходе капитального ремонта дорог. В частности, межремонтный срок службы увеличивается в диапазоне от 1,5 до 3 раз. Наиболее выраженный эффект достигается в тех случаях, когда геосинтетика применяется при

устройстве покрытий поверх растрескавшихся асфальтобетонных слоёв, а также при перекрытии цементобетонных оснований.

Немаловажно и то, что в ряде случаев введение армирования даёт возможность снизить толщину асфальтобетонного слоя на 15–20 %, не допуская при этом снижения эксплуатационных характеристик покрытия. Отечественный опыт эксплуатации и результаты проведённых исследований убедительно свидетельствуют о том, что внедрение армирующих элементов в конструкцию дорожного полотна способствует значительному увеличению срока службы покрытия, повышению его сопротивляемости образованию колеи и трещин. Для объективной оценки целесообразности применения геосинтетических материалов в отечественном дорожном строительстве необходимо задействовать комплексный подход, объединяющий расчётные, лабораторные и полевые методы исследования. Использование подобных материалов экономически оправдано, в том числе благодаря улучшению эксплуатационных свойств дорожного покрытия, что в совокупности делает армирование асфальтобетонных конструкций перспективным направлением для условий российского климата и дорожной сети [6].

Армирующие элементы, в частности геосетки, демонстрируют значительный потенциал при устройстве асфальтобетонных покрытий на дорогах России — это подтверждается результатами проведённого исследования. Чтобы получить объективную картину влияния армирования на работоспособность дорожных конструкций, в ходе работы были задействованы расчётные, лабораторные и натурные методы оценки в совокупности. Применение армирования дорожных конструкций открывает широкие возможности для повышения их эксплуатационных характеристик. Так, прочность покрытия на растяжение при изгибе удаётся увеличить на 10–15%, тогда как усталостная долговечность асфальтобетона возрастает в полтора-два раза. Формирование колеи в процессе эксплуатации сокращается на 20–30%, что существенно продлевает срок службы покрытия.

Немаловажно и то, что интервалы между плановыми ремонтными работами увеличиваются в 1,5–3 раза, а склонность покрытия к образованию отражённых трещин падает на 40–70%. Всё это в совокупности формирует весомый экономический эффект: расходы на техническое обслуживание дорожного полотна уменьшаются на четверть и более — вплоть до 40%. Дополнительным источником экономии служит возможность сократить толщину асфальтобетонного слоя на 15–20%, не допуская при этом никакого снижения функциональных показателей конструкции. Комплексный подход к исследованию включал три взаимодополняющих уровня: натурные испытания давали возможность зафиксировать фактические показатели работы покрытия в реальных условиях эксплуатации, лабораторные эксперименты служили инструментом верификации теоретических положений, тогда как расчётные методы обеспечивали прогнозирование деформационного поведения конструкции [7].

Долговечность дорожного полотна и его способность противостоять динамическим воздействиям и перепадам температур могут быть кардинально улучшены за счёт армирования асфальтобетонных покрытий — именно это направление представляется наиболее перспективным для отечественной дорожной отрасли. При проектировании и восстановлении дорожных конструкций всестороннее исследование эффективности армирования должно стать обязательным элементом рабочего процесса. Экономическое обоснование использования геосинтетических материалов выглядит убедительно: хотя на начальном этапе капиталовложения возрастают в пределах 3–7%, увеличение сроков между плановыми ремонтами позволяет снизить суммарные затраты на содержание дороги на 20–35%, что делает подобные решения финансово целесообразными в долгосрочной перспективе.

Список источников

1. ОДМ 218.3.041–2020. Методические рекомендации по армированию асфальтобетонных слоев дорожных одежд стальными сетками М.: Росавтодор, Москва, 2021.
2. "СП 34.13330.2021. Свод правил. Автомобильные дороги. СНиП 2.05.02-85*" (утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 09.02.2021 N 53/пр) (ред. от 27.12.2024)
3. Петрова О.Н., Солдатов А.А., Яшин С.О. Современные дорожностроительные материалы. Геосинтетические материалы // Транспорт. Строительство. Экология. – 2017. – № 4
4. ОДМ 218.5.001-2009. Методические рекомендации по применению геосеток и плоских георешеток для армирования асфальтобетонных слоев усовершенствованных видов покрытий при капитальном ремонте и ремонте автомобильных дорог. - М.: Росавтодор, 2010.
5. ГОСТ Р 55029-2020. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для армирования асфальтобетонных слоев дорожной одежды. Технические требования. М.: Стандартинформ, 2020.
6. О ПРИЧИНАХ ДЕФЕКТОВ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ, Калинина Ю.А., Бортник О.А. В сборнике: Современное состояние, проблемы и перспективы развития отраслевой науки. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. 2019. С. 264-266. – с. 1-2.
7. Васильев А.П. Теория эксплуатации автомобильных дорог: Учебное пособие. / А.П. Васильев, Э.М. Добров, Э.В. Дингес – М.: КиноРус, 2017 – 592с.

© Курбакова Д.Е., Лебедев А.А., Кандрашкина Ю.С., 2026

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АРМИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Анатолий Алексеевич Лебедев¹

Виктория Александровна Коршунова²

Юлия Сергеевна Кандрашкина³

^{1,2,3}Владимирский государственный университет им. Н.Г. и А.Г. Столетовых, г. Владимир, Россия

¹lebedev.anatoli@yandex.ru

²steamgambo@gmail.com

³juliakandrashkina@gmail.com

Аннотация: В статье рассматривается применение геосинтетических армирующих материалов (полиэфирных, стекловолоконных, базальтовых и металлических сеток) в асфальтобетонных покрытиях российских дорог. Исследование обусловлено сложными условиями эксплуатации: температурными колебаниями, влагой, химическими реагентами и интенсивными нагрузками. Проведена комплексная оценка физико-механических, термических и химических свойств армирующих материалов для дорожного строительства. Исследованы прочность, деформативность, стойкость к температурам, влаге и химии различных геосеток, а также их взаимодействие с асфальтобетонным покрытием. Для климатических условий России оптимальны геосетки из полиэфирных и базальтовых волокон. Стекловолоконные требуют дополнительной защиты из-за хрупкости, а полипропиленовые теряют прочность при контакте с горячим асфальтом. Армирующие материалы увеличивают срок службы дорожного покрытия в 1,5–2 раза. Данные используются при проектировании и строительстве дорог с учётом климата и класса покрытия.

Ключевые слова: Автомобильные дороги, асфальтобетонное покрытие, армирование, геосинтетические материалы, геосетки (полиэфирные, стекловолоконные, базальтовые, металлические, полипропиленовые), прочностные характеристики, деформативные свойства, термостойкость, устойчивость к влаге и химическим воздействиям.

Для цитирования: Лебедев А.А., Коршунова В.А., Кандрашкина Ю.С., Физико-механические свойства армирующих материалов и их сравнительный анализ// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.250

PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF REINFORCING MATERIALS AND THEIR COMPARATIVE ANALYSIS

Anatoly Alekseevich Lebedev¹

Victoria Aleksnadrovna Korshunova²

Yulia Sergeevna Kandrashkina³

^{1,2,3}N.G. and A.G. Stoletov Vladimir State University, Vladimir, Russia

¹lebedev.anatoli@yandex.ru

²steamgambo@gmail.com

³juliakandrashkina@gmail.com

Abstract: The article discusses the use of geosynthetic reinforcing materials (polyester, fiberglass, basalt, and metal meshes) in asphalt surfaces of Russian roads. The study is conditioned by difficult operating conditions: temperature fluctuations, moisture, chemical reagents and intense loads. A comprehensive assessment of the physico-mechanical, thermal and chemical properties of reinforcing materials for road construction has been carried out. The strength, deformability, resistance to temperatures, moisture, and chemistry of various geogrids, as well as their interaction with asphalt concrete pavement, have been studied. Geogrids made of polyester and basalt fibers are optimal for the climatic conditions of Russia. Fiberglass ones require additional protection due to their brittleness, while polypropylene ones lose their strength upon contact with hot asphalt. Reinforcing materials increase the service life of the pavement by 1.5–2 times. The data is used in the design and construction of roads, taking into account the climate and the class of pavement.

Keywords: Highways, asphalt concrete pavement, reinforcement, geosynthetic materials, geogrids (polyester, fiberglass, basalt, metal, polypropylene), strength characteristics, deformative properties, heat resistance, resistance to moisture and chemical influences

For citation: Lebedev A.A., Korshunova V.A., Kandrashkina Yu.S. Physico-mechanical properties of reinforcing materials and their comparative analysis.// Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilovsky University, 2026, p.250

Автомобильные дороги России эксплуатируются в особенно жёстких условиях: резкие сезонные колебания температуры, постоянное воздействие влаги, использование противогололёдных реагентов и высокая интенсивность движения грузового транспорта предъявляют повышенные требования к дорожным конструкциям [1]. В этой связи ключевым фактором, определяющим эффективность армирования асфальтобетонных покрытий, становится не только характер применяемых материалов, но и их способность работать совместно с асфальтобетоном при циклических нагрузках и существенных температурных перепадах.

Металлические, базальтовые, стекловолоконные и полиэфирные геосетки — вот основной перечень армирующих материалов, получивших наибольшее распространение в российском дорожном строительстве. Физико-механические характеристики каждой из перечисленных групп существенно различаются между собой, что и предопределяет специфику их практического использования.

Когда речь заходит о подборе оптимального армирующего элемента для укрепления дорожных конструкций, решающую роль играет способность материала выдерживать растягивающие усилия. Именно показатель прочности на растяжение служит главным мерилом эффективности армирующих материалов и во многом определяет целесообразность их применения в тех или иных условиях.

Применение геосинтетических материалов в дорожном строительстве регламентируется ГОСТ Р 55029–2020, устанавливающим обязательные классы прочности, соблюдение которых обеспечивает надлежащую работоспособность и долговечность данных материалов в составе дорожных конструкций [2]. Что касается факторов, влияющих на ресурс дорожного покрытия, то ключевую роль здесь играют растягивающие напряжения, возникающие в нижних слоях асфальтобетона вследствие воздействия нагрузок от движущегося транспорта (табл. 1).

Таблица 1 - Прочностные характеристики армирующих материалов

Тип материала	Прочность при растяжении, кН/м	Характер разрушения
Полиэфирные геосетки	50–150	Вязкий
Стекловолоконные геосетки	50–200	Хрупкий
Базальтовые геосетки	120–220	Условно-хрупкий
Металлические сетки	>200	Пластический

Армирующие материалы на основе стекловолокна подвержены хрупкому разрушению, что обуславливает необходимость их специальной защитной обработки, обеспечивающей устойчивость к влажной и щелочной среде асфальтобетонного слоя [3]. Следует отметить, что асфальтобетон относится к категории вязкоупругих материалов, в связи с чем к деформационным свойствам геосеток и характеру их взаимодействия с дорожным покрытием предъявляются особые требования. При этом базальтовые и стекловолоконные геосетки демонстрируют высокие показатели начальной прочности, благодаря чему достигается эффективное снижение растягивающих напряжений в асфальтобетоне и существенно замедляется процесс образования отражённых трещин.

Деформационные характеристики асфальтобетона и армирующего слоя существенно различаются, что наглядно отражено в таблице 2. Именно это несоответствие провоцирует возникновение локальных зон концентрации напряжений, которые в конечном счёте приводят к ускоренному разрушению дорожного покрытия и сокращению срока его эксплуатации [4]. Ключевым

условием эффективного армирования является синхронность деформирования обоих материалов — только при совместной работе системы можно обеспечить требуемую долговечность конструкции (табл.2).

Таблица 2- Деформативные характеристики армирующих материалов

Тип материала	Относительное удлинение при разрыве, %	Склонность к ползучести
Полиэфирные геосетки	10–12	Средняя
Стекловолоконные геосетки	2–4	Низкая
Базальтовые геосетки	3–6	Низкая
Металлические сетки	<1	Практически отсутствует

При укладке асфальтобетонного покрытия геосетки из полиэфирных материалов подвергаются тепловому воздействию в диапазоне 160–180 °С, поэтому ключевыми требованиями к ним являются термическая устойчивость и совместимость с технологическим процессом. Вместе с тем данный класс материалов отличается высоким потенциалом деформативности, который обеспечивает существенный прирост усталостной прочности асфальтобетонных слоёв в условиях многократно повторяющихся нагрузок. Именно это свойство определяет целесообразность применения полиэфирных геосеток на автомобильных дорогах I–III категорий [4], где интенсивность нагружения конструктивных слоёв дорожной одежды наиболее высока.

Деградация прочностных характеристик армирующих элементов может начаться непосредственно на этапе строительства, если данные материалы не соответствуют требуемому уровню жаростойкости. При этом действующие нормативы устанавливают достаточно строгие требования к способности компонентов армирования выдерживать воздействие повышенных температур [5] (табл.3).

Таблица 3 - Термостойкость армирующих материалов

Тип материала	Допустимая температура, °С	Пригодность для горячих смесей
Полиэфирные геосетки	до 200	Да
Стекловолоконные геосетки	до 350	Да
Базальтовые геосетки	до 400	Да
Полипропиленовые геосетки	до 150	Ограниченно

Химическая устойчивость и способность выдерживать суровые климатические условия во многом определяют надёжность и долговечность дорожных покрытий. Армирующие материалы в процессе эксплуатации постоянно подвергаются воздействию влаги, противогололёдных реагентов, а также многократных циклов промерзания и оттаивания — именно сопротивляемость этим разрушительным факторам считается одной из ключевых характеристик геосинтетических материалов. Вместе с тем отечественные исследования зафиксировали существенный недостаток

полипропиленовых геосеток: при контакте с горячей асфальтобетонной смесью они нередко утрачивают значительную долю прочностных показателей. Данная проблема существенно ограничивает возможности их практического применения в сфере дорожного строительства на территории России [6-7].

При подборе армирующего материала необходимо учитывать совокупность характеристик: устойчивость к температурным воздействиям, климатическим условиям, а также показатели прочности и деформативности. Данные технологии применяются прежде всего в целях предотвращения возникновения отражённых трещин и используются при устройстве конструктивных элементов.

Список источников

1. ОДМ 218.3.041–2020. Методические рекомендации по армированию асфальтобетонных слоев дорожных одежд стальными сетками М.: Росавтодор, Москва, 2021.
2. "СП 34.13330.2021. Свод правил. Автомобильные дороги. СНиП 2.05.02-85*" (утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 09.02.2021 N 53/пр) (ред. от 27.12.2024)
3. Васильев А.П. Теория эксплуатации автомобильных дорог: Учебное пособие. / А.П. Васильев, Э.М. Добров, Э.В. Дингес – М.: КиноРус, 2017 – 592с.
4. ОДМ 218.5.001-2009. Методические рекомендации по применению геосеток и плоских георешеток для армирования асфальтобетонных слоев усовершенствованных видов покрытий при капитальном ремонте и ремонте автомобильных дорог. - М.: Росавтодор, 2010.
5. О ПРИЧИНАХ ДЕФЕКТОВ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ, Калинина Ю.А., Бортник О.А. В сборнике: Современное состояние, проблемы и перспективы развития отраслевой науки. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. 2019. С. 264-266. – с. 1-2.
6. ГОСТ Р 55029-2020. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для армирования асфальтобетонных слоев дорожной одежды. Технические требования. М.: Стандартинформ, 2020.
7. Петрова О.Н., Солдатов А.А., Яшин С.О. Современные дорожностроительные материалы. Геосинтетические материалы // Транспорт. Строительство. Экология. – 2017. – № 4

© Лебедев А.А., Коршунова В.А., Кандрашкина Ю.С., 2026

ОЦЕНКА НОРМАТИВНОЙ ГЛУБИНЫ СЕЗОННОГО ПРОМЕРЗАНИЯ ГРУНТОВ

Татьяна Алексеевна Локаткова¹,
Татьяна Анатольевна Панкова²

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

¹tan4ousss@mail.ru

²vtanja@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается расчет нормативной глубины сезонного промерзания грунтов для городов Саратов, Камышин и Пенза. Рассмотрены физические процессы, происходящие в промерзающих грунтах, и их влияние на выбор расчетной глубины заложения фундаментов. Выполнен сравнительный расчет глубины промерзания для различных типов грунтов (суглинки, пески, крупнообломочные породы) и сопоставлены полученные значения для указанных населенных пунктов.

Ключевые слова: глубина промерзания, грунт, морозное пучение, строительная климатология, фундамент.

Для цитирования: Локаткова Т.А., Панкова Т.А. Оценка нормативной глубины сезонного промерзания грунта // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.255

Original article

ASSESSMENT OF THE STANDARD DEPTH OF SEASONAL FREEZING OF SOILS

Tatyana Alekseevna Lokatkova¹,
Tatyana Anatolyevna Pankova²

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

¹tan4ousss@mail.ru

²vtanja@mail.ru

Annotation. This article examines the calculation of the standard seasonal soil freezing depth for the cities of Saratov, Kamyshin, and Penza. It examines the physical processes occurring in frozen soils and their influence on the selection of the

design foundation depth. A comparative calculation of the freezing depth for various soil types (loams, sands, and coarse-grained rocks) is performed, and the resulting values are compared for these settlements.

Keywords: freezing depth, soil, frost heaving, building climatology, foundation.

For citation: Lokatkova T.A., Pankova T.A. Assessment of the standard depth of seasonal soil freezing // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation – Saratov: Vavilov University, 2026, p.255

При проектировании оснований и фундаментов зданий одним из ключевых параметров является нормативная глубина сезонного промерзания грунта. Недоучет этого фактора может привести к деформациям и разрушению конструкций вследствие сил морозного пучения. Согласно строительным нормам, расчет глубины промерзания производится на основе климатических характеристик региона строительства. В данной статье проведем сравнительный анализ нормативной глубины промерзания грунтов для городов Саратов, Камышин и Пенза с использованием актуальных данных СП 131.13330.2025 [1].

Процесс промерзания грунтов представляет собой сложный теплофизический процесс фазового перехода поровой влаги в лед. При понижении температуры ниже 0°C вода, содержащаяся в порах грунта, начинает кристаллизоваться. Однако важно отметить, что температура замерзания зависит от дисперсности грунта и минерализации поровой воды: в глинистых грунтах часть воды остается в незамерзшем (пленочном) состоянии даже при значительных отрицательных температурах [2, с. 33].

Ключевым фактором, определяющим глубину промерзания, является не только интенсивность отрицательных температур, но и продолжительность их воздействия. Именно поэтому в формуле (1) используется сумма среднемесячных температур (M), а не просто абсолютный минимум. Это позволяет интегрально учесть теплопотери грунта за весь зимний период.

Расчет нормативной глубины сезонного промерзания грунта H (в метрах) выполняется по формуле, приведенной в нормативной литературе [1, с. 89]

$$H = \sqrt{M} \cdot k \quad (1)$$

где:

M — безразмерный коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур воздуха за зиму в данном районе [1];

k — коэффициент, зависящий от типа грунта, принимаемый по таблицам свода правил, значения коэффициента k для основных типов грунтов принимаются следующими (согласно приложению к формуле [4]): суглинки и

глины: $k = 0,23$; пески мелкие и супеси: $k = 0,28$; пески крупные и гравелистые: $k = 0,30$; крупнообломочные грунты: $k = 0,34$.

Физический смысл коэффициента k заключается в учете теплопроводности и теплоемкости различных грунтов. Чем крупнее обломки и чем меньше в грунте связанной воды, тем выше его теплопроводность, а значит, холод проникает глубже при прочих равных условиях [2, с. 98]. Именно поэтому для песка коэффициент выше, чем для глины.

Исходные климатические данные для определения показателя M (среднемесячные температуры воздуха) взяты из таблицы 3 [1].

Особую опасность для строительных конструкций представляет явление морозного пучения. При замерзании влаги в мелкодисперсных грунтах (глинах, суглинках, супесях) происходит миграция влаги из нижележащих непромерзших слоев к фронту промерзания. Формирование ледяных линз приводит к увеличению объема грунта, что при отсутствии необходимых мероприятий может вызвать неравномерные деформации фундаментов [2, с. 147]. Для непучинистых грунтов (крупные пески, гравий, скальные породы) это явление практически отсутствует [3], что отражается в различных значениях коэффициента k .

На основе анализа данных СП 131.13330.2025 [1] были выбраны среднемесячные температуры для холодного периода года (таблица 1).

Таблица 1 - Среднемесячные температуры воздуха холодного периода [1]

Населённый пункт	Средняя температура воздуха по месяцам, °С				
	Январь	Февраль	Март	Ноябрь	Декабрь
Саратов	-11,0	-11,4	-4,8	-2,0	-8,3
Камышин (по данным г. Волгоград)	-9,1	-7,6	-1,4	(1,4)*	-4,2
Пенза	-13,2	-13,8	-7,9	-3,6	-9,4

*Примечание: ноябрь в Волгограде имеет положительную температуру и не участвует в расчете суммы отрицательных температур.

Для города Камышин, ввиду отсутствия прямых данных в используемом издании норм, были приняты климатические параметры ближайшего крупного населенного пункта — города Волгограда, что согласуется с требованиями п. 1.2 СП 131.13330.2025 о применении данных ближайшего пункта со сходными условиями [1].

На основе этих данных была рассчитана сумма абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур (M) и квадратный корень из нее ($\sqrt{M}$), результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Расчет вспомогательного параметра $\sqrt{M}$

Населённый пункт	Составляющие М (абсолютные значения отрицательных температур)						
	Январь	Февраль	Март	Ноябрь	Декабрь	М	$\sqrt{M}$
Саратов	11,0	11,4	4,8	2,0	8,3	37,5	6,12
Камышин (по данным г. Волгоград)	9,1	7,6	1,4	-	4,2	22,3	4,72
Пенза	13,2	13,8	7,9	3,6	9,4	47,9	6,92

Путем умножения полученного значения $\sqrt{M}$ на соответствующие коэффициенты k для разных типов грунтов были получены значения нормативной глубины промерзания (таблица 3) и графически представлены на рисунке 1.

Таблица 3 - Нормативная глубина промерзания грунтов H , м

Ближайшие населённые пункты	Суглинки и глины	Песок мелкий, супесь	Песок крупный, гравелистый	Крупнообломочные грунты
Саратов	1,13	1,37	1,47	1,67
Камышин	1,24	1,51	1,62	1,83
Пенза	1,26	1,53	1,64	1,86

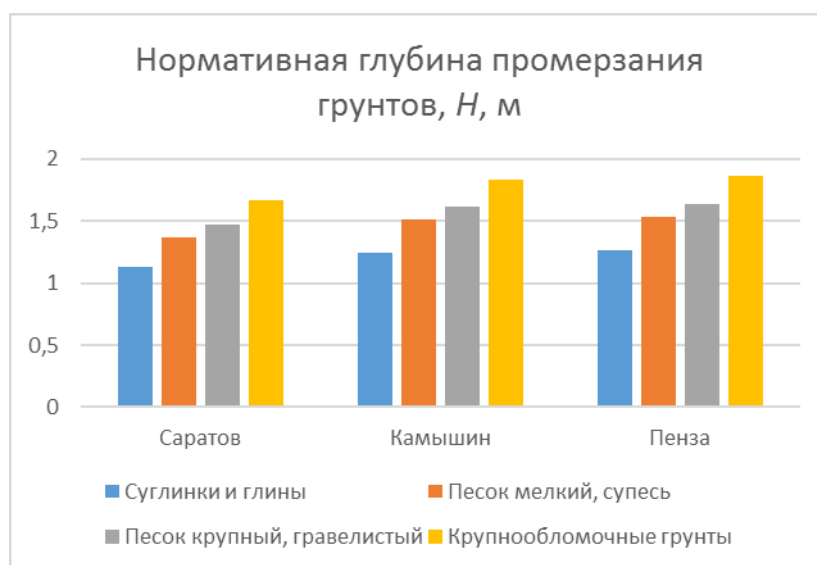


Рисунок 1 – Нормативная глубина промерзания различных видов грунтов по изучаемым объектам

Анализ проведенных расчетов позволяет сделать следующие выводы:

1. Влияние климата: наибольшая глубина промерзания ожидаемо характерна для Пензы ($\sqrt{M} = 6,92$), что обусловлено более суровыми зимами по сравнению с г. Саратов и, особенно, с г. Камышин (Волгоградская область).

Наименьшие значения получены для г. Камышин, что соответствует его более мягкому климату.

2. Влияние типа грунта: для всех рассматриваемых населенных пунктов прослеживается четкая зависимость глубины промерзания от типа грунта. Минимальные значения характерны для суглинков и глин, максимальные — для крупнообломочных грунтов. Разница между значениями для суглинков и крупнообломочных грунтов в одном городе составляет порядка 0,5 м. Это полностью согласуется с классификацией грунтов по степени пучинистости [3].

3. Практическая значимость: полученные данные могут быть напрямую использованы в качестве нормативных при заложении фундаментов. Например, при строительстве на суглинках в г. Саратов глубина заложения фундамента должна быть не менее 1,13 м (без учета внутреннего обогрева здания), а на крупнообломочных грунтах в г. Пенза — не менее 1,86 м.

Важно подчеркнуть, что нормативная глубина промерзания — это не физическая граница промерзания в конкретную зиму, а расчетная величина, принимаемая для проектирования с заданным уровнем надежности [1, с. 89]. Фактическая глубина промерзания может колебаться по годам в зависимости от суровости зимы, высоты снежного покрова, влажности грунта и типа покрытия на поверхности [2, с. 112].

В результате выполненной работы были получены количественные характеристики нормативной глубины промерзания для различных категорий грунтов на территории трёх населённых пунктов: Саратова, Пензы и Камышина. Опираясь на климатические параметры, регламентированные СП 131.13330.2025 [1], установлена значительная дифференциация значений (до 0,5 м в пределах одного типа грунта), что служит обоснованием для отказа от унифицированных проектных решений в пользу детального анализа локальных условий. Полученные результаты могут быть рекомендованы в качестве вспомогательного справочного инструмента для инженерно-технических работников, осуществляющих деятельность в данных регионах.

Список источников

1. СП 131.13330.2025 «СНиП 23–01–99* Строительная климатология» — М.: Минстрой России, 2025. — 238 с.
2. Цытович Н.А. Механика мерзлых грунтов. Москва: Высшая школа, 1973. 448 с.
3. ГОСТ 25100–2020. Грунты. Классификация. — М.: Стандартинформ, 2020. — 41 с.
4. Расчет глубины промерзания грунта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.vo-da.ru/tool/freezing/326#!51.533103/46.034158/>.

© Локаткова Т.А., Панкова Т.А., 2026

ОЦЕНКА ОГНЕСТОЙКОСТИ НЕСУЩИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Светлана Сергеевна Орлова¹,
Татьяна Анатольевна Панкова²,
Елена Николаевна Миркина³

^{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 обоснования огнестойкости и необходимости огнезащиты металлических конструкций. Приведены конструктивные и неконструктивные способы повышения пределов огнестойкости металлических конструкций. Проведены расчеты пределов огнестойкости несущих металлических балок перекрытия, которые показали, что даже с учетом конструктивного способа (подвесного потолка), предел огнестойкости ниже требуемого. Соответственно предложено дополнительно использовать неконструктивный способ – применение огнезащитной краски.

Ключевые слова: предел огнестойкости, металлические конструкции, межэтажные перекрытия, здание, огнезащита

Для цитирования: Орлова С.С., Панкова Т.А., Миркина Е.Н. Оценка огнестойкости несущих металлических конструкций // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.260

Original article

ASSESSMENT OF FIRE RESISTANCE OF LOAD-BEARING METAL STRUCTURES

Svetlana Sergeevna Orlova¹,
Tatyana Anatolyevna Pankova²,
Elena Nikolaevna Mirkina³

^{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

Annotation. The article discusses the rationale for fire resistance and the need for fire protection of metal structures. Constructive and non-constructive ways of increasing the limits of fire resistance of metal structures are given. Calculations of the fire resistance limits of the load-bearing metal floor beams have been carried out, which have shown that even taking into account the structural element (suspended ceiling), the fire resistance limit is lower than required. Accordingly, it is proposed to additionally use an unconstructive method – the use of flame retardant paint.

Keywords: fire resistance limit, metal structures, interstory floors, building, fire protection

For citation: Orlova S.S., Pankova T.A., Mirkina E.N. Assessment of fire resistance of load-bearing metal structures // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026, p.260

Пожары занимают лидирующее место среди чрезвычайных ситуаций техногенного характера – 70% всех ЧС, в связи с этим государство и собственники объектов уделяют большое внимание мероприятиям в области противопожарной защиты. Мероприятия, направленные на обеспечение пожарной безопасности, не дадут желаемого эффекта, если при пожаре не будет обеспечена требуемая огнестойкость строительных конструкций здания.

Составной частью раздела «Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности» является описание и обоснование принятых конструктивных и объемно-планировочных решений, степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности здания [1, с. 242]. Наиболее актуальным на сегодняшний день остается вопрос обоснования огнестойкости и необходимости огнезащиты металлических конструкций. Огнестойкость незащищенных металлических конструкций составляет 6-25 минут, конструкций из алюминиевых сплавов – не более 6 минут [2, с. 88]. Низкая огнестойкость металлических конструкций объясняется их высокой температуропроводностью, обусловленной высокой теплопроводностью и низкой теплоемкостью металлов.

Основное условие, по которому допустима возможность применения строительной конструкции по огнестойкости: фактический предел огнестойкости ($P_{\text{оф}}$) должен быть больше либо равен пределу огнестойкости требуемому ($P_{\text{отр}}$): $P_{\text{оф}} > P_{\text{отр}}$. Если условие выполняется, то конструкция соответствует требованиям пожарной безопасности по огнестойкости, следовательно, допустимо применение данной конструкции без мероприятий, повышающих огнестойкость. Если условие не выполняется, то конструкция не соответствует требованиям по огнестойкости, следовательно, необходимо предусмотреть мероприятия по огнезащите конструкции. Для повышения пределов огнестойкости строительных конструкций до нормируемых значений

применяются следующие способы огнезащиты: конструктивные способы огнезащиты (огнезащитные облицовки; огнезащитные покрытия); неконструктивные способы огнезащиты (вспучивающиеся тонкослойные покрытия) и комбинированные способы [3, с. 101].

Конструктивная огнезащита – это создание теплоизоляционных экранов из негорючих материалов, которые увеличивают предел огнестойкости конструкций до 240-300 минут (R240-R300). Методы включают облицовку минераловатными плитами, кирпичную кладку, нанесение толстых слоев штукатурки и установку огнестойкого гипсокартона, который более эффективен, чем тонкослойные краски [4, с. 145].

Неконструктивные способы огнезащиты металлических конструкций имеют ряд преимуществ: быстрое нанесение на защищаемую поверхность; малая нагрузка на защищаемые конструкции. Однако нанесению вспучивающегося покрытия предшествует тщательная подготовка защищаемой поверхности: очистка от ржавчины, обезжиривание и грунтовка [5, с. 61]. Кроме того, огнезащитные покрытия сохраняют свою эффективность в течение ограниченного срока эксплуатации, а значит, периодически нуждаются в восстановлении или проведении повторной обработки. В соответствии с Правилами противопожарного режима в Российской Федерации руководитель организации должен обеспечить устранение нарушений огнезащитных покрытий строительных конструкций, а также осуществлять проверку качества огнезащитной обработки в соответствии с инструкцией завода-изготовителя с составлением акта проверки качества огнезащитной обработки (пропитки).

Административно-торговое здание автосалона Mercedes Benz в г. Саратове построено из металлоконструкций, железобетона, стеклоблоков. Металлический каркас состоит из колонн 35K1 и балок перекрытия – 30Ш1; 35Б1; 60Б1. В условиях пожара наибольшую опасность представляют металлические балки, которые в процессе нагрева могут деформироваться и обрушиться. Нагрев междуэтажным перекрытий происходит в основном снизу, но при этом нельзя исключать и возможность нагрева верхних поясов балок, в случае быстрого распространения огневого воздействия на верхние этажи.

Предполагается, что температура металлических конструкций при воздействии огня равномерно распределяется по поперечному сечению элементов из-за высокой теплопроводности металла [6, с. 119]. Скорость нагрева металлических конструктивных элементов под воздействием стандартного пожара зависит от заданной толщины металлической конструкции δ_{red} , а также от толщины и теплофизических свойств огнезащитных металлических покрытий (если таковые имеются).

Межэтажное перекрытие между первым и вторым этажами выполнено с использованием балок 35Б1. Балки скрыты под подвесным потолком из легких сетчатых панелей на алюминиевом профиле. Согласно характеристикам, этот потолок позволяет увеличить огнестойкость балок до 30 минут.

Металлические балки 35Б1 изготовлены из широкополосной горячекатаной двутавровой балки с параллельными полками, длиной $l=12$ м;

высотой $h=346$ мм, шириной полки $b_f=174$ мм, толщиной стенки $\delta_w=6$ мм. Площадь сечения $A=52,68$ см². Нормативное сопротивление стали по пределу текучести $R_{yp}=345$ МПа. Нагрузка на балку $q_n=8,1$ кН/м. Момент сопротивления сечения $W_{pl}=785,2$ см³.

Определяем величину максимального изгибающего момента в балке исходя из стандартной нагрузки [7, с 143]

$$M_n = \frac{q_n \cdot l^2}{8} = \frac{8,1 \cdot 12^2}{8} = 145,8 \text{ кНм} = 145,8 \cdot 10^3 \text{ Нм} \quad (1)$$

где q_n – нагрузка на балку, кН/м; l – длина балки, м.

Определяем значение коэффициента условий работы при пожаре γ_{mT} для балки по формуле:

$$\gamma_{mT} = \frac{M_n}{W_{pl} \cdot R_{yp}} = \frac{145,8 \cdot 10^3}{7,852 \cdot 10^{-4} \cdot 345 \cdot 10^6} = 0,54 \quad (2)$$

где M_n – изгибающий момент от нормативных нагрузок, Нм; W_{pl} – пластический момент сопротивления сечения, м³; R_{yp} – нормативное сопротивление стали по пределу текучести, Па.

Определяем значение критической температуры нагрева балки при пожаре. Согласно табл. 9.3.12, в справочном разделе 9.3 [7] имеем при $\gamma_{mT} = 0,54$, $T_m^{cr} = 532^\circ\text{C}$.

Определяем значение приведенной толщины металла конструкции, δ_{red} . Для балки с нагрузкой на верхнюю полку указанная толщина металла определяется по формуле:

$$\delta_{red} = \frac{A}{U-a} = \frac{5268}{1202} = 4,38 \text{ мм} \quad (3)$$

где A – площадь сечения элемента, мм²; $U-a$ – обогреваемая часть периметра сечения, мм.

$$U - a = 2 \cdot h - 2 \cdot \delta_w + 3 \cdot b_f = 2 \cdot 346 - 2 \cdot 6 + 3 \cdot 174 = 1202 \text{ мм} \quad (4)$$

Определяем значение фактического предела огнестойкости рассматриваемой балки.

Согласно графику на рис. 9.3.2 в справочном разделе 9.3 [7] имеем, при $\delta_{red}=4,38$ мм критическая температура прогрева балки при воздействии пожара $T_m^{cr} = 532^\circ\text{C}$ будет достигнута в момент времени воздействия пожара равный:

$$\tau = \tau_{fr} = R7,7 \text{ (R7)}.$$

С учетом подвесного потолка, огнестойкость балки составит:

$$\tau = \tau_{fr} = R7 + 30 = R37.$$

Учитывая, что рассматриваемые балки являются частью межэтажного перекрытия, то предел их огнестойкости должен быть не ниже R45. Таким образом, балки 35Б1 не соответствуют нормативным требованиям.

Наиболее оптимальным вариантом повышения огнестойкости этих балок является покрытие их огнезащитной краской по металлу «Сигма-М», с предварительным разбором и последующей обратной установкой потолочных панелей. Огнезащитная краска СИГМА-М предназначена для защиты металлических конструкций от воздействия огня (при пожаре образует теплоизолирующую пену). Использование данного покрытия дает возможность обеспечить предел огнестойкости металла от R45 до R90.

В заключении следует отметить, что неконструктивные способы огнезащиты металлоконструкций в данном конкретном случае позволят значительно сэкономить денежные средства и время на выполнение работ по обеспечению балок перекрытия требованиям пожарной безопасности.

Список источников

1. 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.

2. Шайдуров, М. В. Современные технические решения по повышению пределов огнестойкости металлических конструкций здания / М. В. Шайдуров // Евразийское Научное Объединение. – 2019. – № 12-1(58). – С. 85-90. – EDN GNPWZX.

3. Мельдер, Е. В. Проблемы и перспективы применения комбинированных способов огнезащиты стальных конструкций / Е. В. Мельдер, А. Б. Сивенков // Безопасность в техносфере : Сборник статей XV международной конференции, Ижевск, 01 января – 31 2022 года / Научный редактор В.М. Колодкин. Том Выпуск 15. – Ижевск: Удмуртский государственный университет, 2022. – С. 95-104. – EDN AKPLTZ.

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. Мельдер, Е. В. Эффективность комбинации огнезащитных вспучивающихся покрытий для стальных конструкций / Е. В. Мельдер, А. Б. Сивенков // Технологии техносферной безопасности. – 2022. – № 1(95). – С. 49-65. – DOI 10.25257/TTS.2022.1.95.49-65. – EDN YUXQQA.

6. 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 VXHJUG.

7. Ройтман В.М. Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий: книга. – Ассоциация «Пожарная безопасность и наука», 2001. – 382 с., ил.

© Орлова С.С., Панкова Т.А., Миркина Е.Н., 2026

Научная статья
УДК 624.012.8

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ ГАБИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Татьяна Анатольевна Панкова¹,

Светлана Сергеевна Орлова²,

Ольга Валентиновна Михеева³

^{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. В статье проводится анализ надежности эксплуатации габионного сооружения за счет прочности сетки двойного кручения и ее способности деформироваться при оседании грунта или эрозии.

Ключевые слова: анализ, надежность, эксплуатация, габионные сооружения, износ.

Для цитирования: Панкова Т.А., Орлова С.С., Михеева О.В. Анализ надежности габионных конструкций // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.265

Original article

RELIABILITY ANALYSIS OF GABION STRUCTURES

Tatiana Anatolyevna Pankova¹,

Svetlana Sergeevna Orlova²,

Olga Valentinovna Mikheeva³

^{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. The article analyzes the operational reliability of a gabion structure due to the strength of the double-twist mesh and its ability to deform during soil subsidence or erosion.

Keywords: analysis, reliability, operation, gabion structures, wear.

For citation: Pankova T.A., Orlova S.S., Mikheeva O.V. Analysis of the reliability of gabion structures // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.265

Габионные конструкции применяют для укрепления откосов и склонов гидротехнических сооружений, они представляют собой большие коробчатые или пластинчатые сооружения, изготовленные из плотно сплетенной металлической сетки и заполненные камнем, являются очень прочными и могут деформироваться, не разрушаясь. Использование габионной сетки на склонах обеспечивает надежную и эффективную стабилизацию, предотвращая деформации, оползни и эрозию.



Рисунок 1 – Примеры габионных конструкций

Существует два типа габионной сетки: коробчатая и матовая. Коробчатая габионная сетка обеспечивает стабилизацию путем возведения подпорных стен для предотвращения деформации грунта [1, с. 199]. Матовая габионная сетка (ее высота зависит от высоты склона и риска селевых потоков) укладывается вдоль склона, а затем засыпается грунтом. Со временем габионная сетка покрывается различной растительностью, становясь еще более устойчивой. Для заполнения сетки можно использовать любой вид камня (искусственный или натуральный). Важно, чтобы он соответствовал требованиям проекта по прочности и морозостойкости. Камень может быть округлым или шероховатым. Галька, щебень и брусчатка — все это распространенные

материалы. Размер частиц следует выбирать таким образом, чтобы он был больше диаметра сетки.

Использование габионной сетки для укрепления склонов — один из наиболее эффективных методов, результаты которого сохраняются на протяжении десятилетий [2, с. 250]. Поскольку габионная сетка полностью интегрируется в экосистему, срок её службы практически неограничен. Используемые материалы экологически безопасны и коррозионностойки, что делает этот метод одним из наиболее практичных для таких проектов. Основные параметры, характеристики и функции габионной сетки для укрепления склонов позволяют широко применять её в различных ситуациях.

В последние годы сварные габионные конструкции, как и плетеные габионы, приобретают все большую популярность. Хотя сварные габионы обеспечивают схожие характеристики с габионами из витых пар, у каждого из них есть свои преимущества и недостатки. В некоторых случаях габионы из витых пар лучше подходят для конкретных задач, в то время как в других сварные габионы представляют собой более эффективное решение для конкретных инженерных требований.

Например, при строительстве склонов лучше всего использовать габионные клетки из шестиугольной плетеной сетки, однако в пешеходных зонах рекомендуется использовать более безопасные сварные габионные клетки. При этом сварные габионные клетки нельзя использовать для строительства подпорных стен высотой три метра и более, в таких случаях более надежными являются плетеные габионные клетки.

Основное различие между сварной и тканой сеткой для габионов заключается в структуре сетчатого короба. Сварная сетка для габионов изготавливается методом контактной сварки и представляет собой прямоугольную сетку промышленного производства, покрытую защитным слоем цинка. Гладкостенная стальная проволока без термообработки обеспечивает жесткость сварных панелей и самой конструкции. Сварной габионной сетки нельзя дополнительно покрывать полимерным покрытием, но для продления срока службы ее можно подвергнуть горячему цинкованию или покрыть защитным лаком после сварки. Шестиугольная сетка для габионов изготавливается путем плетения и двойного скручивания. Проволока, используемая для плетения сетки для габионов, обычно имеет меньший диаметр. Термообработанная стальная проволока обеспечивает сохранение гибкости конструкции во время эксплуатации.

Надежность габионных конструкций в основном ограничена прочностью сетки двойного кручения — ее способностью деформироваться при оседании грунта или эрозии, ее устойчивостью к кручению и коррозионной стойкостью. Исследования показали, что при эксплуатации габионного сооружения при скорости потока 3-6 м/сек и содержании в воде 20 г/л взвешенных частиц и покрытии проволоки цинком диаметром 3 мм, в местах соприкосновения проволоки с потоком воды со взвешенными частицами цинк теряется за 3-4 года (рисунок 2). Таким образом, в этих условиях укладывать камень нужно

таким образом, чтобы он выступал за габионное сооружение на 3...5 см и препятствовал прямому соприкосновению взвешенных частиц с проволокой, что увеличит стойкость цинкового покрытия вдвое.

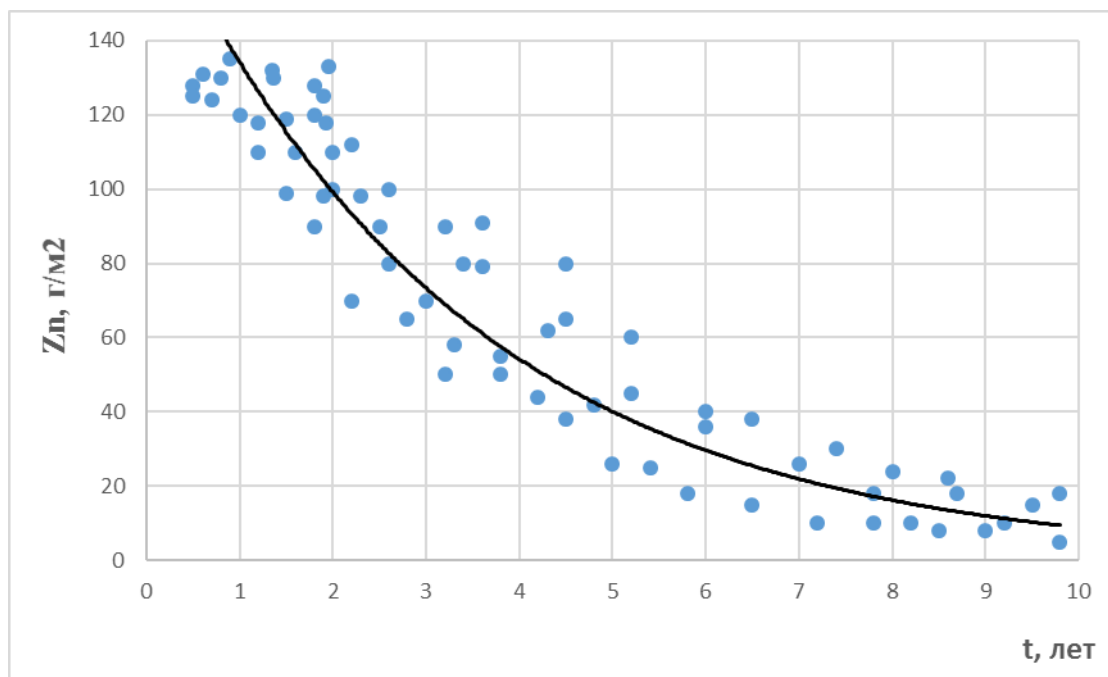


Рисунок 2 – Потеря цинка при скорости потока 6 м/с и наличии взвешенных частиц 20 г/л в подводной части габионного сооружения, проволока диаметром 3 мм

В надводной части цинк в проволоке габионного сооружения также подвергается износу, но менее интенсивно чем в подводной. Потери цинка можно определить объемно-газометрическим методом в смеси серной и соляной кислот в объеме соответственно по формуле

$$m = 929 \frac{V}{d \cdot l} \quad (1)$$

где V – среднеарифметическое значение объема водорода, см³;

d – диаметр проволоки, мм.;

l – длина образца, мм.

Процесс отслоения цинка на 1 см скрутки в течении 7 лет, показал, что отслоение наступает на 3-4 год и после 5-6 года новых разрывов не наступает. В местах скрутки проволоки при ее изготовлении происходит напряжение, которое теряется на 5-6 год и далее процесс стабилизируется. Поэтому оптимальное удлинение проволок, используемых в сетках, должно составлять не менее 12%, а число скручиваний не менее 12-13.

Габионная сетка — идеальный материал для укрепления береговой линии. Сетчатые конструкции, заполненные камнями, могут использоваться для строительства каналов и плотин. На суше их можно использовать для

возведения подпорных стен, укрепления насыпей и склонов, а также для создания парков и зеленых зон.

Использование габионной сетки для укрепления склонов в настоящее время является наиболее эффективным, простым и экономичным методом. Хотя можно использовать и другие методы, но они дороже и не гарантируют тех же результатов, например, крепления гидротехнических сооружений габионами дешевле на 10...15 % чем крепление железобетоном [3]. По сравнению с традиционными бетонными материалами, габионные конструкции еще обладают лучшим дренажем и большей долговечностью.

Список источников

1. Рябцев К.С., Панкова Т.А. Строительные материалы применяемые в берегоукрепительном строительстве // Основы рационального природопользования: материалы X Национальной конференции с международным участием (Саратов, 14 ноября 2024 г) / ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Саратов, 2024. С. 198–200.

2. Панкова Т.А., Орлова С.С., Михеева О.В., Миркина Е.Н. Эффективность применения габионов в гидротехническом строительстве // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XIII Национальной конференции с международным участием (Саратов, 20–21 апреля, 2023 г), ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. Саратов, 2023. С. 248–251.

3. Габионные конструкции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fnauka.ru/catalog/gabiony-i-gabionnye-konstruktsii/>.

© Панкова Т.А., Орлова С.С., Михеева О.В., 2026

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРИ ВЕДЕНИИ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

**Анастасия Алексеевна Панова¹,
Елена Владимировна Кузнецова²**

^{1,2} Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет им В. А. Бондаренко», г. Оренбург, Россия

¹pnastya16@yandex.ru

²com4lena@mail.ru

Аннотация: в статье рассматриваются вопросы контроля качества земляных работ, устройства оснований и фундаментов как одного из ключевых этапов строительного производства. Актуальность темы обусловлена необходимостью обеспечения надежности и долговечности возводимых зданий и сооружений, что напрямую зависит от соблюдения проектных параметров на начальных стадиях строительства.

Ключевые слова: возведение зданий, монтаж конструкций в летнее время.

Для цитирования: Панова А.А., Кузнецова Е.В. Контроль качества при ведении земляных работ // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XV Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. С.270

Original article

QUALITY CONTROL DURING EXCAVATION

**Anastasia Alekseyevna Panova¹,
Elena Vladimirovna Kuznetsova²**

^{1,2} Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Orenburg State University named after V. A. Bondarenko , Orenburg, Russia

¹pnastya16@yandex.ru

²com4lena@mail.ru

Abstract: The article discusses the issues of quality control of earthworks, the construction of foundations and bases as one of the key stages of construction production. The relevance of the topic is due to the need to ensure the reliability and durability of the buildings and structures being constructed, which directly depends on compliance with the design parameters at the initial stages of construction.

Keywords: construction of buildings, installation of structures in summer.

For citation: Panova A.A., Kuznetsova E.V. Quality Control during Earthworks // Modern Problems and Prospects of Construction, Heat and Gas Supply, and Energy Supply: Proceedings of the XV National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025. P.270

В современном строительном производстве обеспечение качества земляных работ, устройства оснований и фундаментов является одной из ключевых задач, от решения которой напрямую зависят надежность, долговечность и безопасность возводимых зданий и сооружений. Земляные работы, как правило, составляют значительный объем строительно-монтажных работ и выполняются на начальных этапах строительства, что обуславливает особую ответственность за соблюдение проектных параметров на всех стадиях технологического процесса.

В соответствии с требованиями актуализированного свода правил СП 48.13330, на каждом из этапов строительного производства необходимо предусматривать три взаимосвязанных вида контроля: входной, операционный и приемочный. Каждый из них выполняет свою строго определенную функцию: входной контроль позволяет убедиться в качестве поступающих материалов и соответствии исходных данных проекту, операционный обеспечивает своевременное выявление и устранение отклонений в процессе выполнения работ, а приемочный служит основанием для документального подтверждения соответствия готового объекта проектным решениям. Такой подход, закрепленный на нормативном уровне, позволяет сформировать целостную систему управления качеством, минимизирующую риски возникновения скрытых дефектов и обеспечивающую надежность возводимых конструкций [0].

Контроль качества земляных работ включает в себя широкий спектр задач, таких как измерение высотных отметок, расчет объемов выемки и засыпки, мониторинг деформаций и осадок, а также анализ изменений рельефа местности. Использование современных технологий, таких как GPS, лазерное нивелирование и дрон-технологии, значительно повышает точность и скорость выполнения геодезических измерений.

Контроль качества земляных работ представляет собой многогранный процесс, особенности которого во многом определяются двумя ключевыми факторами: целевым назначением возводимых земляных сооружений и их видовыми характеристиками. В зависимости от того, идет ли речь о постоянных объектах (например, насыпях под автомобильные дороги) или временных (котлованы, траншеи), требования к точности и перечень контролируемых параметров могут существенно различаться.

Помимо этого, существующие методы контроля качества принято классифицировать по ряду критериев, в том числе по типу используемых инструментов и средств измерений. В сложившейся практике выделяют три основных подхода:

- измерительный контроль, который осуществляется с помощью высокоточных геодезических приборов (тахеометров, нивелиров, лазерных

сканеров) и позволяет получать количественные значения контролируемых параметров;

- визуальный контроль, основанный на осмотре объекта специалистом и выявлении явных дефектов без применения сложных измерительных средств;

- регистрационный контроль, представляющий собой анализ данных, зафиксированных в исполнительной документации (актах освидетельствования скрытых работ, журналах геодезического контроля и т.д.).

При устройстве таких временных земляных сооружений, как котлованы под фундаменты, траншеи для прокладки инженерных коммуникаций или планировочные выемки, первостепенное значение имеет проверка ряда геометрических параметров. К их числу относятся: горизонтальная привязка сооружения к опорной геодезической сети, правильность разбивки основных осей, а также соблюдение проектных вертикальных отметок как по дну выемки, так и по бровкам откосов.

Важно отметить, что в процессе производства земляных работ неизбежно возникает необходимость выравнивания поверхностей — будь то дно котлована, основание под подушку фундамента или спланированная площадка. Традиционный подход, при котором выравнивание выполняется «на глаз» с использованием визуального контроля, зачастую не обеспечивает требуемой точности, особенно на ответственных объектах. Это связано с субъективностью оценки и невозможностью зафиксировать незначительные, но критически важные отклонения от проектных отметок.

Именно поэтому для контроля высотного положения поверхностей в современной строительной практике все шире применяется лазерное сканирование. Данный метод, используемый квалифицированными специалистами-геодезистами, позволяет проводить высокоточные измерения строительных объектов в максимально сжатые сроки. Технология лазерного 3D-сканирования дает возможность получить так называемое «облако точек» — массив координат, с высокой детализацией описывающий реальную геометрию объекта. На основе этих данных можно не только определить точную привязку сооружения в пространстве, но и выполнить детальный анализ отклонений от проектных значений, что делает данный метод незаменимым при контроле качества на всех этапах земляных работ.

Геодезический метод контроля качества земляных работ, несмотря на высокую стоимость и требовательность к квалификации персонала, остается наиболее надежным и объективным способом обеспечения соответствия геометрических параметров объекта проектным решениям. Его преимущества — точность, масштабируемость, возможность мониторинга в динамике — перевешивают недостатки при строительстве ответственных объектов и в условиях плотной городской застройки. Для снижения влияния ограничений на практике применяется комбинированный подход: выбор технологии под конкретный этап работ, использование резервных методов измерений и автоматизация обработки данных [2].

Среди современных геодезических технологий особое место занимает лазерное нивелирование, которое зарекомендовало себя как высокоэффективный инструмент при выполнении широкого спектра строительных и планировочных работ. Данный метод позволяет с высокой точностью и минимальными временными затратами осуществлять контроль поверхностей на значительных по площади объектах. Речь идет, в первую очередь, о крупногабаритных сооружениях: производственных цехах и ангарах, спортивных аренах и стадионах, логистических центрах и складских терминалах. Кроме того, лазерное нивелирование активно применяется в дорожном строительстве, жилищно-коммунальном хозяйстве и даже в агропромышленном секторе, где требуется точная планировка земель [3].

Благодаря использованию лазерной технологии становится возможным формирование идеально ровных горизонтальных оснований, а также поверхностей с заданным уклоном — как однонаправленным, так и сложным, с двумя плоскостями наклона. Это особенно востребовано при устройстве полов в промышленных зданиях, подготовке оснований под укладку дорожного покрытия или при создании дренажных систем с организованным водоотводом.

Важным преимуществом является и организационная гибкость метода. Для развертывания работ достаточно всего одного квалифицированного инженера-геодезиста, который производит настройку лазерного уровня и обеспечивает контроль эталонной плоскости. На подготовленном участке в дальнейшем могут одновременно функционировать несколько единиц землеройной или планировочной техники, а также бригады рабочих, оснащенные портативными приемниками лазерного излучения. Это позволяет синхронизировать действия большого количества исполнителей, существенно сокращая сроки выполнения работ при неизменно высоком качестве.

Контроль качества земляных работ различается факторами назначения земляных сооружений и их видами. Также существуют различные методы контроля качества, различаемые по другим критериям, например в зависимости от специальных средств, используемых при контроле: - измерительный контроль (при помощи измерительных средств); - визуальный контроль; - регистрационный контроль (анализ данных, зафиксированный в документах). При устройстве котлованов, траншей и других временных сооружений проверяют горизонтальную привязку, правильность разбивки осей, вертикальные отметки. При этом происходит процесс выравнивания поверхностей. Процесс выравнивания поверхностей «на глаз», как правило, неточный, поэтому для контроля отметки применяют лазерное сканирование, используемое геодезистами для высокоточных измерений строительных объектов в кратчайшие сроки. Лазерное 3D сканирование позволяет получить облако точек с необходимыми координатами для определения точной привязки.

Таким образом, можно заключить, что геодезический метод контроля качества земляных работ, особенно с применением современных высокоточных технологий, является наиболее надежным и объективным способом обеспечения соответствия геометрических параметров объекта проектным

решениям. Дальнейшее развитие данного направления должно быть связано с совершенствованием нормативной базы, расширением практики применения лазерного сканирования и спутниковых технологий, а также с подготовкой квалифицированных кадров, способных эффективно использовать современное оборудование в условиях реального строительного производства.

Список источников

1. СП 45.13330.2017. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87. – утв. Приказом Минстроя РФ от 27.02.2017 N 125/ПР.
2. Стрелков, С. П. Применение геодезических методов для контроля качества земляных работ / С. П. Стрелков, С. Р. Кособокова, К. С. Разумова // Перспективы развития строительного комплекса: Материалы XVIII Международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов, Астрахань, 24–25 октября 2024 года. – Астрахань: Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2024. – С. 426-429.
3. Юшкина, М. В. Контроль качества земляных работ при устройстве котлована / М. В. Юшкина, А. В. Сокачев, О. Е. Сысоев // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: Материалы V Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 11–15 апреля 2022 года. Том Часть 3. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. – С. 135-136.

© Панова А.А., Кузнецова Е.В., 2026

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ТЕХНОЛОГИИ ЯМОЧНОГО РЕМОНТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

Анна Ильинична Помелова¹,

Галина Владимировна Проваторова²

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

¹anna.pomelova.01@mail.ru

²asf.inst@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрено использование четырёх технологий ямочного ремонта асфальтобетонных покрытий горячими, холодными, литыми смесями и применение струйно-инъекционного метода в зависимости от условий эксплуатации и производства работ. Для каждого метода выделены ограничения и особенности. Даны рекомендации по выбору оптимальной технологии.

Ключевые слова: ямочный ремонт, технологии ямочного ремонта, условия эксплуатации, холодные смеси, горячие смеси, литые смеси, струйно-инъекционный метод

Для цитирования: Помелова А.И., Проваторова Г.В. Рекомендации по выбору технологии ямочного ремонта в зависимости от условий эксплуатации. // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.275

Original article

RECOMMENDATIONS FOR CHOOSING PIT REPAIR TECHNOLOGY DEPENDING ON THE OPERATION AND WORK CONDITIONS

Anna Ilyinichna Pomelova¹,

Galina Vladimirovna Provatorova²

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

¹anna.pomelova.01@mail.ru

²asf.inst@yandex.ru

Annotation. The article discusses the use of four technologies for patching asphalt concrete pavements with hot, cold, and cast mixtures, as well as the use of the jet-injection method, depending on the operating conditions and the production of

works. For each method, the limitations and features are highlighted. Recommendations are given for choosing the optimal technology.

Keywords: pothole repair, pothole repair technologies, operating conditions, cold mixtures, hot mixtures, cast mixtures, jet-injection method

For citation: Pomelova A.I., Provatorova G.V. Recommendations for choosing pothole repair technology depending on operating conditions. // // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: proceedings of the XV National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025.P.275

Автомобильные дороги играют важную роль в современном мире и напрямую влияют на качество жизни населения. Развитая транспортная сеть, а также должное ее обслуживание позволяют обеспечивать безопасное, комфортное и бесперебойное движение автомобилей.

Однако, с перестройкой климатических условий, а также с увеличением транспортной нагрузки и изменением состава транспортного потока, остро встает вопрос качества дорожного покрытия и должного уровня его содержания. Одной из основных проблем при эксплуатации дорог является ямочность асфальтобетона, которая не только влияет на комфорт участников дорожного движения, но и часто становится причиной дорожно-транспортных происшествий.

Интенсивность движения растет с каждым годом, в связи с чем покрытие воспринимает все больше нагрузок, что усугубляет проблему ровности асфальта. В современных условиях важно выбирать наиболее эффективный для заданных условий вид ремонта, который обеспечит долговечность покрытия.

В данной статье проанализированы четыре основных технологий ямочного ремонта:

- ямочный ремонт горячим асфальтобетоном;
- ямочный ремонт холодным асфальтобетоном;
- ямочный ремонт литым асфальтобетоном;
- струйно-инъекционный метод.

При выборе технологии часто делают выбор исходя из сметной стоимости работ, при этом пренебрегают погодными условиями, данными об интенсивности движения, характером разрушения, что часто по итогу сказывается на качестве заплатки, поэтому в первую очередь необходимо руководствоваться сведениями об условиях эксплуатации автомобильной дороги и производства работ.

Под условиями эксплуатации и производства работ подразумевается ряд факторов:

- интенсивность движения.

Определяет предельную продолжительность перекрытия движения автотранспорта для производства работ и скорость набора прочности уложенного асфальта.

- погодные условия (наличие осадков, температура, влажность воздуха и покрытия).

Вводят определенные ограничения для всех технологий, а также требуют дополнительных мероприятий по предварительной подготовке основания к ремонту.

- геометрические параметры выбоины.

Глубокие повреждения (более 50-70 мм) эффективно устранять, проводя послойные укладку и уплотнение смеси, что обеспечит заданный уровень прочности и сцепления с основанием, а значит – повысит долговечность.

При выборе оптимального метода ремонта следует руководствоваться технологическими особенностями каждого из них.

Детальный анализ позволит составить грамотные рекомендации, учитывающие вышеперечисленные факторы.

Особенности технологий ямочного ремонта:

1) Использование горячих асфальтобетонных смесей

Традиционная технология, обеспечивающая высокую прочность и долговечность.

Ремонт производится с применением смеси, имеющей температуру при укладке 110-150°C - в зависимости от состава.

Горячие смеси хорошо уплотняются катками и обладают отличными сцепными свойствами, однако их применение возможно только в определенных условиях:

- температура воздуха должна быть не ниже +5°C;
- покрытие должно быть полностью сухим, укладка при выпадении осадков не допускается;
- время производства работ велико за счет необходимости проведения большого количества операций по подготовке основания;
- время открытия движения возможно только спустя 4-5 часов, то есть после полного остывания асфальтобетона.

Метод используется для ремонта разрушений любых параметров; если глубина выбоины превышает 50 мм - укладка и уплотнение ведутся послойно.

2) Использование холодного метода ямочного ремонта.

Подразумевает под собой применение асфальтобетонных смесей, приготовленных на основе эмульсий и медленно густеющих вяжущих материалов, которые позволяют проводить работы без нагревания.

Данная технология отличается от предыдущей возможностью всесезонного применения и имеет следующие особенности:

- предельно допустимая температура укладки составляет -15°C;
- основание может быть влажным, можно проводить работы в момент выпадения осадков (однако может потребоваться просушка ямы);
- движение можно полностью открывать через 30 минут.

Применение холодного асфальта наиболее эффективно для заполнения ям глубиной до 50 мм. Технология не обеспечивает высокую прочность и большой срок службы, поэтому часто она называется «экстренной».

3) Использование литых смесей.

Технология характеризуется применением текучих высокоподвижных горячих смесей с температурой укладки 190-230°C, имеющих способность к самоуплотнению под собственным весом при остывании.

Особенности технологии:

- минимальная температура укладки составляет -5°C. При условии использования битумно-полимерных вяжущих, разогретых до 230°C производство работ допускается и при -10°C;

- движение можно открывать спустя 40-60 минут после завершения работ.

Литой асфальт не нуждается в дополнительной технике для уплотнения, в связи с чем послойная укладка является нецелесообразной, поэтому метод применим для выбоин глубиной до 50-70 мм, при устройстве слоя большей толщины возможно расслоение смеси.

4) Струйно-инъекционный метод.

Основан на одновременном нагнетании щебня фракции 5-10 мм и битумной эмульсии в выбоину с высоты 0,5-0,7 м и со скоростью 30-40 м/с. Смесь уплотняется под действием кинетической энергии и собственного веса.

Работы производятся с использованием специализированной машины (наиболее технологичной и мобильной является БЦМ 257 на базе КамАЗ 43253), которая имеет в себе все необходимое для ремонта и позволяет не привлекать дополнительную технику и большое количество дорожных рабочих.

Особенности:

- минимальная температура воздуха при ремонте составляет -15°C;

- перед производством работ требуется произвести подготовку основания: убрать обломки, пыль, мусор, воду, снег. Очитка ведется также с использованием рабочего органа применяемой машины;

- движение транспорта можно открывать через 15-20 минут.

Данный метод имеет самую большую производительность и наиболее эффективен при наличии ям площадью до 1м² и глубиной до 50 мм.

На основании характеристики каждой технологии была составлена сравнительная таблица 1.

Таблица 1

Параметр	Горячий асфальтобетон	Холодный асфальтобетон	Литой асфальтобетон	Струйно-инъекционный метод
Время перекрытия движения	4-5 часов	30 минут	40-60 минут	15-20 минут
Глубина выбоины	50-120 мм (при глубине более 50 мм укладка и уплотнение ведутся послойно)	до 50 мм	50-70 мм	до 50 мм
Температура воздуха	не ниже +5°C	не ниже -15°C	не ниже -5°C (при повышении температуры смеси до -10°C)	не ниже -15°C
Погодные условия	сухое покрытие, осадки не допускаются	допускают укладку в слабый дождь	допускают укладку в слабый дождь	допускают укладку в слабый дождь, снег (с предварительной очисткой основания)
Межремонтный срок	4-5 лет года	3-6 месяцев	2-3 года	1-2 года

Проанализировав каждую технологию сформулированы следующие рекомендации по их практическому применению в зависимости от условий эксплуатации и производства работ.

Горячие асфальтобетонные смеси обеспечивают высокую долговечность и устойчивость к нагрузкам на магистралях с интенсивным движением, но требуют благоприятных температурных условий, а также больших временных ограничений движения.

Холодные смеси подходят для срочного ремонта на второстепенных дорогах и в условиях переменной погоды, обеспечивая оперативность и универсальность применения, однако, не может отличаться длительными межремонтными сроками.

Струйно-инъекционные и литые методы оптимальны для локальных дефектов на дорогах с ограниченной нагрузкой: они позволяют минимизировать время простоя проезжей части и ускорить восстановление покрытия. Но за счет технологических особенностей, они совсем не подходят для устранения глубоких повреждений.

Комплексная оценка позволяет сделать вывод о том, что эффективность ремонта определяется не только свойствами материалов, но и соответствием технологии конкретным условиям эксплуатации.

Необходимо использование разных технологий в зависимости от категории дороги, интенсивности транспортного потока и климата. Такой подход снижает частоту повторных ремонтов, сокращает расходы и повышает безопасность движения.

Также стоит отметить, что характеристики методов не являются устойчивыми и неизменными, наоборот, они могут быть улучшены благодаря применению дополнительных технологических решений и добавлению современных модифицирующих добавок.

Для того, чтобы увеличить область применения горячих смесей – можно использовать специализированные термос-бункеры, которые позволяют длительное время сохранять асфальтобетону заданную температуру и производить работы и в холодное время года.

Введение в состав смесей полимерных добавок позволяет улучшить физико-химические свойства, адаптируя технологии к конкретным условиям, а именно:

- увеличить сезонность проведения работ (вести устройство при более низких температурах, на влажном покрытии, во время осадков);
- увеличить адгезионную способность;
- повысить устойчивость ко внешним воздействиям, а также достичь заданную прочность и увеличить межремонтный срок.

Таким образом, можно сделать вывод, что универсальной технологии не существует: каждая из них обладает рядом достоинств и недостатков. Особенности методов могут стать как путём к решению проблемы, так и сделать их недопустимыми к использованию в конкретной ситуации. По этой причине эксплуатирующим и содержащим автомобильную дорогу организациям всегда приходится определять приоритетный фактор и чем-то жертвовать: временем, качеством или ресурсами.

Также стоит не забывать о возможности применения технологий и добавок, которые могут позволить не выбирать между «скоростью» и «качеством», а давать выигрыш по всем критериям и адаптироваться к сезонным и эксплуатационным условиям.

Список источников

1. Николенко М.А., Головань Ю.В. Анализ причин появления дефектов, влияющих на несущую способность искусственных сооружений. Академия строительства и архитектуры, ДГТУ. 2016, Ростов-на-Дону
2. Якубович А.Н., Якубович И.А. Анализ многоаспектного влияния климатических изменений на безопасность эксплуатации автодорожной сети криолитзоны России. МАДИ. 2018, Москва
3. Оденбах И.А., Таурит Е.Б., Макаева А.А. Диагностика и оценка состояние автомобильных дорог, ОГУ. 2022, Оренбург

4. Абрамов Е.В., Печнико А.А. Моделирование ямочного ремонта, ПГУ. 2018, Петрозаводск

5. Мусин Р.А. Деформации в асфальтобетонных покрытиях и пути их решения, УГНТУ. 2016, Уфа

6. Баландина Т.В. Современные способы ямочного ремонта автомобильных дорог и городских улиц с асфальтобетонным покрытием. ИНИТУ, Иркутск

©Помелова А.И., Проваторова Г.В., 2026

Научная статья

УДК 625.7/8

МОДИФИКАЦИЯ АСФАЛЬТОБЕТОНА СОПОЛИМЕРАМИ СТИРОЛА

Галина Владимировна Проваторова ¹,

Ксения Михайловна Рябинина²

^{1,2} Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, г. Владимир, Россия

¹ asf.inst@yandex.ru

² kseniyaya92@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены варианты применения различных сополимеров для модификации битума для асфальтобетона. Дано обоснование возможности применения битумов, модифицированных сополимерами, в асфальтобетонах. Приводятся результаты испытаний модифицированных сополимерами битумов и асфальтобетонов на их основе.

Ключевые слова: сополимеры, модификатор, битум, асфальтобетон.

Для цитирования: Проваторова Г.В., Рябинина К.М. Модификация асфальтобетона сополимерами стирола// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.281

Original article

MODIFICATION OF ASPHALT CONCRETE WITH STYRENE COPOLYMERS

Galina Vladimirovna Provatorova ¹,

Ksenia Mikhailovna Ryabinina ²

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

¹ asf.inst@yandex.ru

Annotation. The article discusses the application options of various copolymers for the modification of bitumen for asphalt concrete. A justification is given for the possibility of using bitumen modified with copolymers in asphalt concrete. The results of tests of bitumen and asphalt concrete modified with copolymers based on them are presented.

Keywords: copolymers, modifier, bitumen, asphalt concrete.

For citation: Provatorova G.V., Ryabinina K.M. Modification of asphalt concrete with Styrene copolymers// Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilovsky University, 2026, P.281

Практика дорожного строительства свидетельствует о постоянном стремлении применять улучшенные битумные композиции. Несмотря на большую стоимость, применение модифицированных битумов считается экономически эффективным, так как увеличиваются сроки службы дорожных покрытий.

Известна модификация полимерными материалами нескольких групп.

К ним можно отнести:

- термоэластопласты (полиэфирные, уретановые, динамические, смесевые, дивинилстирольные);
- термопласты (полипропилен, полиэтилен, полистирол, поливинилхлорид, поливинилацетат);
- эластомеры (резина, каучуки натуральные и синтетические);
- реактопласты (эпоксидные, карбамидные, полиэфирные и другие синтетические смолы).

Сополимеры полистирола относятся к группе термопластов, в которые входит и полиэтилен. Выбор полимера-модификатора определяется во многом физическим состоянием полимера, соотношением областей высокоэластичного и стеклообразного состояния на термомеханической кривой (от T_c до $T_{тек}$). Чем больше температурный интервал, тем выше способность полимерного модификатора обеспечивать стабильность свойств битумного вяжущего в широком интервале температур эксплуатации.

Полиэтилен высокого давления один из самых распространенных полимеров и использование отходов полиэтилена, не подлежащих переработке, для модификации битумов общеизвестно.

Большие энергетические затраты при получении полимер-битумных композиций с полиэтиленом затрудняют их применение в нашей стране.

Полимер-битумная композиция содержит более 6% массы полимера и получается после высокотемпературной гомогенизации (от 280°C до 310°C) в специальном аппарате с высокоскоростной мешалкой. Вторичный полиэтилен подвергается механодеструкции и термодеструкции. Образовавшиеся радикалы

частично реагируют с битумом и между собой, при этом образуется полимер-битумная композиция с различной степенью устойчивости, определяемой в основном концентрацией модификатора.

В настоящей работе приводятся некоторые результаты по созданию более простой технологии, улучшению свойств битумов путем введения отходов сополимеров полистирола, не подлежащих переработке.

Сополимеры полистирола, как и полиэтилена относятся к числу самых распространенных пластиков, как и полиэтилен имеет широкий температурных интервал (от T_c до $T_{тек}$), но в отличие от полиэтилена при нагревании свыше 200 °С они начинают деполимеризоваться с образованием стирола, что усложняет их утилизацию сжиганием. Поэтому везде около 5 % масс безвозвратных отходов сополимеров полистирола вывозят на свалку.

Поскольку такие отходы мало растворимы, в том числе и в керосине, то измельченные отходы (куски размером от 5 до 10 мм) вводили в расплав обезвоженного битума. При концентрации полистирола в тех же пределах, что и полиэтилена (6 – 20%), вязкость битума сначала снизилась, а затем резко увеличилась.

Снижение вязкости, по нашему мнению, связано с деполимеризацией полимера и последующим взаимодействием продуктов термодеструкции с битумом, что привело к увеличению молекулярной массы и вязкости. Поэтому в последующем более подробно изучали влияние сополимеров полистирола на битум и асфальтобетоны на их основе. При концентрациях модификатора в битуме от 1% до 4% от массы битума (табл. 1).

Обезвоженный битум смешивали с измельченным сополимером в аппарате с лопастной мешалкой при температуре 190°С в течении двух часов, что обеспечило гомогенность композиции и стабильность ее свойств.

Вязкость полимер-битумного связующего увеличилась, но при этом не ухудшилась способность совмещаться с минеральными компонентами.

Таблица 1 - Свойства битума, модифицированного полистиролом

Показатели	Требования ГОСТ	Базовое значение БНД70/100	Модификатор, % по массе			
			1	2	3	4
Растяжимость, не менее при: 25 °С 0 °С	50 4.2	42 2	58 3.8	59 4.1	60 4.4	72.5 4.5
Глубина проникания иглы, не менее при 25 °С 0 °С	71-100	77 23	66.5 33.3	64 36	63 32	60.5 31.5
Температура размягчения по КиШ, °С не ниже	47	43	48	48	49	48.5

На основе полимерного битумного вяжущего изготовили образцы асфальтобетона А 16Вн [1]. Показатели физико-механических свойств полученного асфальтобетона представлены в табл. 2.

Таблица 2- Результаты испытаний асфальтобетонных смесей А 16Вн.
Основные показатели [2, с. 28].

Наименование показателей	Ед. изм.	Предельно допустимые отклонения отдельных показателей от рецепта	Требования ГОСТ Р 58406.2-2020	Результаты по рецепту	Фактические результаты БНД 70/100	Фактические результаты БНД 70/100 + добавка
Объемная плотность	г/см ³	-	-	2,630	2,612	2,625
Содержание воздушных пустот	%	± 1,2	от 2,5 до 4,5 включ.	3,5	4,08	3,71
Пустоты в минеральном заполнителе (ПМЗ)	%	-	не менее 12,0	17,0	17,6	17,2
Пустоты, наполненные битумным вяжущим (ПНВ)	%	-	67-80	79,5	76,84	78,46
Средняя глубина колеи	мм	-	не более 4,5	1,3	4,1	1,1
Водостойкость		-	не менее 0,85	0,87	0,87	0,87
Максимальная плотность	г/см ³	-	-	2,725	2,723	2,726

Список источников

1. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 58406.2-2020. Автомобильные дороги общего пользования. Смеси горячие асфальтобетонные и технические условия на асфальтобетон /МОСКВА., Стандартиформ, 2020.
2. К.М. Рябинина, Г.В. Проваторова «Исследование свойства асфальтобетона на модифицированном полимерами битуме». Статья в журнале «Строительные материалы», том 5 № 4, 2022 г., с. 19-29.

© Проваторова Г.В., Рябинина К.М., 2026

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Евгения Вячеславовна Чех¹,
Наталья Александровна Федосюк²,
Наталья Александровна Тимошук³

^{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. В статье рассматривается цифровая трансформация как основа совершенствования управления строительным комплексом Республики Беларусь в контексте перехода к устойчивому развитию. На основе анализа кооперации участников инвестиционно-строительного процесса выявлены основные управленческие вызовы: разрозненность данных, задержки коммуникаций, сложность контроля жизненного цикла объектов. Обосновано, что преодоление этих барьеров требует не просто внедрения отдельных цифровых инструментов (BIM, электронный документооборот), а системной трансформации моделей деятельности, организационной культуры и стратегических приоритетов. Определены ключевые направления дальнейшего совершенствования управления: развитие функционала ГИС «Госстройпортал», включая подсистему «Единый реестр технических заключений по обследованию зданий и сооружений», и создание цифровой экосистемы нормирования и ценообразования в строительстве. Показано, что реализация этих мер позволит повысить конкурентоспособность строительных предприятий, снизить себестоимость продукции и создать новые высококвалифицированные рабочие места, что вносит вклад в достижение целей устойчивого развития.

Ключевые слова: цифровая трансформация, цифровизация, строительный комплекс, цифровые технологии, цифровая экосистема нормирования и ценообразования, инвестиционно-строительный процесс.

Для цитирования: Чех Е.В., Федосюк Н.А., Тимошук Н.А. Совершенствование управления строительным комплексом Республики Беларусь на основе цифровой трансформации в контексте устойчивого развития // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с. 285

IMPROVING THE MANAGEMENT OF THE CONSTRUCTION SECTOR OF THE REPUBLIC OF BELARUS THROUGH DIGITAL TRANSFORMATION IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Evgenia Vyacheslavovna Chekh¹,
Natalia Aleksandrovna Fedasiuk²,
Natalia Aleksandrovna Tsimashuk³

^{1,2,3}Brest State Technical University, Brest, Republic of Belarus

¹evgeniya.v.cheh@gmail.com

²fedosyuk.nata.2017@mail.ru

³natimoshuk@g.bstu.by

Abstract. The article examines digital transformation as a basis for improving the management of Belarus' construction sector in the context of sustainable development. Based on the analysis of cooperation among investment and construction participants, the main managerial challenges are identified: data fragmentation, communication delays, and complexity of life-cycle control. Overcoming these barriers requires not just individual digital tools (BIM, electronic document management) but a systemic transformation of business models, organisational culture, and strategic priorities. Key directions for further improvement include developing digital platforms for technical reporting, standardisation, and pricing in construction. Implementing these measures will increase the competitiveness of construction enterprises, reduce product costs, and create highly skilled jobs, thus contributing to the Sustainable Development Goals.

Keywords: digital transformation, digitalisation, construction sector, digital technologies, digital ecosystem for standardisation and pricing, investment and construction process.

For citation: Chekh E.V., Fedasiuk N.A., Tsimashuk N.A. Improving the Management of the Construction Sector of the Republic of Belarus through Digital Transformation in the Context of Sustainable Development // Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with International participation – Saratov: Vavilov University, 2026, p.285

Экономическое развитие любой страны неразрывно связано с состоянием её строительного комплекса. Именно он формирует материально-техническую базу для обновления производственных активов всех секторов народного хозяйства. Поэтому строительной отрасли стоит одной из первых перейти на путь инновационного развития, активно внедряя цифровые технологии. В мировой практике цифровая трансформация строительства рассматривается как

ключевой фактор повышения производительности и достижения целей устойчивого развития. Отличительной чертой строительной деятельности является высокая степень кооперации: в ней задействованы проектные, архитектурные, инжиниринговые, производственные, строительные и девелоперские компании. Взаимодействие этих субъектов формирует материально-техническую базу для функционирования всей экономики страны.[1] Это создаёт дополнительные вызовы для управления – разрозненность данных, задержки в коммуникациях и сложность контроля жизненного цикла объекта. В ответ строительный комплекс входит в этап активной цифровой трансформации. Ключевая роль здесь отводится информационно-коммуникационным технологиям (ИКТ) – комплексу инструментов и методов, направленных на цифровизацию процессов проектирования, управления и производства строительно-монтажных работ. Ведущим элементом ИКТ выступает технология информационного моделирования зданий и сооружений (BIM), которая создаёт единую цифровую модель объекта на всём его жизненном цикле – от концепции до эксплуатации, формируя общее информационное пространство для взаимодействия всех участников строительного процесса. [2]

Цифровая трансформация – это глобальный процесс внедрения цифровых технологий в существующие бизнес-процессы для их оптимизации и улучшения (от автоматизации рутинных задач до создания цифровых товаров и услуг). Она включает не только внедрение технологий, но и фундаментальное изменение модели деятельности строительной организации, её организационной культуры и стратегии.

Стратегическое управление в этой сфере ориентировано на развитие цифровой системы управления жизненным циклом строительства с целью достижения ключевых показателей эффективности, а именно:

- 1) повышения конкурентоспособности предприятий строительного комплекса;
- 2) создания новых высококвалифицированных рабочих мест;
- 3) повышения качества и снижения себестоимости строительной продукции для всех отраслей экономики.

Цифровизация строительства всё больше опирается на системы автоматизации проектирования и мониторинга. Они позволяют создавать детализированные модели, сокращать издержки на строительство и эксплуатацию, а также оптимизировать взаимодействие участников проекта.

Однако реализация таких проектов требует значительных инвестиций. На многих предприятиях строительства встречается неэффективное использование уже внедрённых инструментов: систем автоматизированного проектирования (САПР), электронного документооборота, управленческого и бухгалтерского учёта, планирования цепочек поставок, а также промышленных роботов и станков с числовым программным управлением. [1]

Кроме того, цифровизация и автоматизация часто сопряжены с необходимостью модернизации изношенного или морально устаревшего

оборудования, что влечёт дополнительные капитальные затраты. Для многих белорусских строительных организаций характерен недостаток инвестиционных, кадровых и организационных ресурсов, который препятствует полномасштабному внедрению цифровых технологий.

Можно выделить следующие факторы, которые обуславливают критическую необходимость и актуальность государственной поддержки цифровизации и автоматизации компаний строительного сектора в Республике Беларусь:

- 1) дефицит инвестиционных и кадровых ресурсов;
- 2) недостаток организационного опыта и сложность реализации проектов автоматизации и цифровизации;
- 3) невысокая инвестиционная активность;
- 4) несовершенство методов и инструментов цифровой экономики.

В рамках национальной программы «Цифровое развитие Беларуси» на период 2026-2030 гг. строительная отрасль остается одним из секторов, где продолжают развивать цифровую трансформацию. В предыдущие пять лет было уделено внимание созданию цифрового инструмента для наращивания цифровых компетенций: внедрялись BIM-технологии, электронный документооборот, цифровые платформы и государственные порталы. Теперь строительному комплексу предстоит продолжить развитие вышеназванных направлений, внедрять технологии обработки данных, включая искусственный интеллект для обеспечения формирования целостной экосистемы экономики данных, чтобы получить практическую ценность в деятельности участников инвестиционно-строительного процесса. Конкретными шагами в этом направлении станут развитие функционала государственной информационной системы «Госстройпортал», включая подсистему «Единый реестр технических заключений по обследованию зданий и сооружений» и разработка цифровой экосистемы нормирования и ценообразования в строительстве. [3]

BIM-технологии и развитие облачных платформ остаются приоритетными направлениями цифровизации в строительстве. В Беларуси BIM-моделирование наиболее активно развивается на крупных объектах (например, жилые комплексы в Минске), где отмечается сокращение сроков и экономия материалов на 10-20% за счёт автоматизации координации и расчётов.

Трёхмерное моделирование поддерживает принципы устойчивого строительства и становится основой для управления жизненным циклом строительного проекта: после завершения строительства цифровая модель продолжает использоваться для управления зданием [4].

Существенное влияние на управление строительными проектами оказывают облачные платформы, предоставляя множество преимуществ для всех участников процесса:

- обеспечение доступности данных и возможности совместной работы для всех участников строительного проекта (архитекторам, инженерам, подрядчикам и заказчикам);

- предоставление инструментов для планирования и мониторинга проектов, включая управление задачами, сроками и бюджетом, а также для анализа и генерации сводных отчетов;

- возможности безопасного хранения данных, интеграции с другими программными решениями, снижение затрат и т.д. [5].

Они становятся одним из базовых инструментов в современном строительном управлении, способствуя повышению эффективности, уменьшению рисков и улучшению качества проектов [6].

Важную роль в строительном управлении играет аналитика больших данных, позволяя улучшить планирование, контроль и исполнение. Для строительных компаний аналитика данных открывает следующие возможности:

- предупреждение и снижение количества ошибок в ходе реализации строительства, выявление потенциальных рисков на ранних стадиях;
- снижение издержек и улучшение планирования затрат на проекты.

Беларусь делает упор на постепенный, плановый переход к реализации пилотной программы цифровизации предприятий без жесткого государственного регулирования. Рекомендации, которые могут быть учтены при ее разработке:

- 1) предусмотреть широкий набор цифровых технологий и право предприятия при предоставлении соответствующего обоснования выбрать наиболее подходящую из них для достижения максимального положительного эффекта с учетом проблем, особенностей и целей компании;

- 2) усовершенствовать методику оценки показателей производительности труда, по которым принимается решение об эффективности программы, и соответственно государственных затрат, в части анализа факторов роста производительности труда;

- 3) исследовать возможность оценки эффективности программы цифровизации по различным показателям развития цифровой и инновационной экономики в отраслевом и территориальном разрезе;

- 4) дополнить опрос об уровне и необходимости цифровизации предприятий научно обоснованной методикой оценки их зрелости;

- 5) методически обеспечить прозрачность соотнесения уровня зрелости строительных организаций и схемы их отбора для участия в программе;

- 6) рассмотреть возможность частичного самостоятельного финансирования предприятиями проектов цифровизации за счет денежных средств, полученных как результат внедрения принципов и методологии бережливого производства и строительства, а также прохождения экспортных акселераторов.

Эффективным инструментом управления становится искусственный интеллект, основным применением которого являются: проектирование и создание виртуальных двойников зданий, мониторинг и контроль за выполнением строительных работ, интеллектуальная обработка строительной документации.

Цифровая трансформация в управлении строительными компаниями и проектами требует значительных изменений в организационных процессах и культуре компаний, что также создает трудности для их успешного внедрения.

Одной из ключевых проблем является высокая стоимость внедрения современных IT-решений, особенно для малых и средних строительных компаний. Еще одним существенным недостатком является низкий уровень квалификации кадров и отсутствие необходимой инфраструктуры для полноценного внедрения цифровых инструментов.[7]

Таким образом, влияние информационных технологий на стратегическое управление в строительстве является многогранным и требует системного подхода. Успешная цифровая трансформация может стать ключевым фактором для достижения устойчивого роста и повышения конкурентоспособности строительных организаций в условиях быстро меняющейся рыночной среды. Важно, чтобы компании не только адаптировались к новым технологиям, но и активно использовали их возможности для формирования будущего строительной отрасли, рассматривали цифровизацию как инструмент сокращения потерь материалов, энергии, времени и повышения прозрачности, что помогает достижению целей устойчивого развития.

Список источников

1. Владимирова И.Л., Каллаур Г.Ю., Цыганкова А.А., Папикян Л.М., Тензина П.А. Цифровизация как фактор повышения производительности труда в строительной отрасли // Экономика строительства, 2020. – № 3 (63). – С. 13-23. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-kak-faktor-povysheniya-proizvoditelnosti-truda-v-stroitelnoy-otrasli/viewer> – Дата доступа: 28.03.2026.
2. Пупенцова С.В., Ключарева Н.С., Чаюк С.В. Обобщение российского и зарубежного опыта моделирования процессов и объектов цифровой экономики // Экономика и предпринимательство. – 2022. – № 3(140). С. 281-287.
3. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30 декабря 2025 г. № 793 «О Государственной программе «Цифровая Беларусь» на 2026 – 2030 годы». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22500793> – Дата доступа: 28.03.2026
4. Глухов В.В., Бабкин А.В., Шкарупета Е.В. Методология стратегического управления цифровым потенциалом сложных экономических систем на основе платформенной концепции // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие), 2022. Том 13. №4. С. 592-609
5. Pupentsova S., Laskin M.B., Livintsova M. Problems of Digitalization of Collection and Analytics of Enterprises' Financial Information for Determining Industry Average Financial Indicators // WSEAS Transactions on Business and Economics. 2024. Vol. 21. Pp. 2049-2060. (На англ.).

6. Barykin S.E., Mikheev A.A., Kiseleva E.G. Sustainability of the regional financial system: A case study of the North-western Federal District // F1000Research. 2022. Vol. 11. Pp. 1-21. (На англ.).

7. Пупенцова С.В., Милич В. Цифровая трансформация в строительстве: влияние информационных технологий на стратегическое управление в организациях // BENEFICIUM. 2025. №2(55). С. 104-110

© Чех Е.В., Федосюк Н.А., Тимошук Н.А., 2026

Секция 3
Современные проблемы и актуальные направления
развития гидромелиорации и природообустройства

Научная статья

УДК 636.082:631.6:556.3(574.1)

ТЕХНОЛОГИЯ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ ПАСТБИЩ ОТГОННОГО
ЖИВОТНОВОДСТВА ЗАПАДНО – КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Фярид Кинжаевич Абдразаков¹,

Талап Мнажатович Шадьяров²,

Марат Кайрлыулы Онаев³

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова; 410012, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3, Россия

^{2,3}Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана; 090009, г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, Республика Казахстан

¹abdrzakov.fk@mail.ru

²talap_mnazhatovich@mail.ru

³maratonaev@mail.ru

Аннотация. В статье приводятся рекомендуемые параметры колодцев и скважин для обустройства водопойных пунктов пастбищ отгонного животноводства. Представлены нормы и режимы водопотребления, предельно допустимые радиусы водопоя сельскохозяйственных животных, расчетная площадь обводнения пастбищ. По результатам теоретических, полевых и экспериментальных исследований предложена инновационная технология водообеспечения пастбищ отгонного животноводства по сбору талой и дождевой воды. Разработаны технологические схемы водообеспечения пастбищ отгонного животноводства для маловодных и безводных пастбищ отгонного животноводства.

Ключевые слова: Западно-Казахстанская область, пастбищные территории, отгонное животноводство, подземные водоисточники, дефицит воды, агропромышленный комплекс.

Для цитирования: Абдразаков Ф.К., Шадьяров Т.М., Онаев М.К. Технология водообеспечения пастбищ отгонного животноводства Западно – Казахстанской области // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.292

Original article

TECHNOLOGY FOR WATER SUPPLY TO GRAZING LAND IN THE WESTERN KAZAKHSTAN REGION

**Fyarid Kinzhaevich Abdrazakov¹,
Talap Mnazhatovich Shadyarov²,
Marat Kairlyuly Ongayev³**

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov; 410012, Saratov, Petr Stolypin Avenue, Building 4, Building 3, Russia

^{2,3}Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian and Technical University; 090009, Uralsk, 51 Zhangir khan Street, Republic of Kazakhstan

¹abdrakov.fk@mail.ru

²talap_mnazhatovich@mail.ru

³maratonaev@mail.ru

Abstract. This article provides recommended specifications for wells and boreholes used to establish watering points on pastures for transhumant livestock. It outlines water consumption standards and patterns, the maximum permissible radii for livestock watering, and the estimated area of pasture coverage. Based on the results of theoretical, field, and experimental studies, an innovative water supply technology for transhumant grazing pastures has been proposed, utilizing the collection of meltwater and rainwater. Water supply schemes have been developed for transhumant grazing pastures in arid and water-scarce regions.

Keywords: West Kazakhstan Region, grazing lands, range farming, groundwater sources, water shortage, agricultural sector.

For citation: Abdrazakov F.K., Shadyarov T.M., Ongayev M.K. Water Supply Technology for Pastures in Transhumant Livestock Farming in the West Kazakhstan Region // //Modern problems and prospects for the development of construction, heat, gas and energy supply: Proceedings of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.292

Введение. Изменение климата в Казахстане уже напрямую влияет на водные ресурсы страны – один из ключевых факторов экономической устойчивости. В Послании Президента народу Казахстана «Стратегия «Казахстан – 2050»: новый политический курс состоявшегося государства» выделены десять глобальных вызовов XXI века, которые необходимо учитывать для успешного развития страны. В данном Послании указаны два вызова в области АПК – угроза глобальной продовольственной безопасности и острый дефицит воды. Наша страна обладая огромными территориями может производить экологически чистые продукты питания в сельскохозяйственном производстве. Что касается дефицита воды, то проблема водообеспечения сельскохозяйственной отрасли пресной водой остро стоит и в нашей стране. Ведущей отраслью АПК является отгонное животноводство и нехватка пресной воды на пастбищах отгонного животноводства на сегодняшний день является

одним из главных ограничивающих факторов развития данного направления животноводства [1].

Цель исследований: Провести анализ водопойных пунктов, оценка состояния подземных водоисточников и разработка мероприятий по совершенствованию технологии обводнения пастбищ отгонного животноводства Западно-Казахстанской области.

Материалы и методы. Обработка результатов мониторинга по текущему состоянию водопойных пунктов пастбищ отгонного животноводства. Нормы и режимы водопотребления, радиус водопоя сельскохозяйственных животных на пастбищных территориях, определение экономической эффективности вложений на обводнение водопойных пунктов пастбищ отгонного животноводства.

Результаты исследований и их обсуждение. Территория области делится на сухостепную, полупустынную и пустынную зоны с засушливым и резко континентальным климатом. Значительная часть пастбищ удалены от постоянных источников воды, характеризуются низкой наполняемостью и высокой минерализацией подземных вод, а также имеют низкую обеспеченность водной инфраструктуры. Все это приводит к недоиспользованию пастбищных территорий и сдерживанию развития отгонного животноводства [2].

Число водопойных пунктов при планировании мероприятий по освоению пастбищ отгонного животноводства вычисляют по формуле:

$$N_{poi} = \frac{\sum A_n}{A_n}, \quad (1)$$

где, $\sum A_n$ – общая площадь пастбищных территорий, га; A_n – нормативная площадь пастбищных территорий для одного водопойного пункта, га.

Наиболее распространёнными и надёжными способами водообеспечения являются подземные водоисточники – колодцы и скважины (таблица 1). Преимуществами которых является стабильность водоснабжения, независимость от сезонных факторов. К недостаткам действующих подземных водоисточников является высокая минерализация, низкий дебит в отдельных районах области и высокая стоимость бурения водоисточников, которые выявлены по результатам проведенных мониторингов пунктов отгонного животноводства в период с 2018 по 2024 годы.

Таблица 1 – Рекомендуемые параметры колодцев и скважин для обустройства водопойных пунктов

№ п/п	Наименование подземного водоисточника	Диаметр обсадной колонны, мм	Глубина, м	Дебит, дм ³ /с	Рекомендуемые насосы			
					Диаметр, мм	Производительность, м ³ /ч	Напор, м	Тип
1.	Колодец	1000-1200	2-30	0,3-1,0	76-98	1-3,6	20-40	Дренажный, глубинный
2.	Скважина	114	10-100	0,3-1,0	76-86	1-3,6	30-100	Глубинный

К поверхностным водоисточникам относятся реки, озёра, бассейны-прудокопани, водохранилища и оросительные каналы. Особенности поверхностных водоисточников является использование при отсутствии или неэффективности подземных вод и требуется строительство водопойных площадок и водоподводящих систем. Ограничениями поверхностных водоисточников является сезонность, испарение и удалённость от пастбищных территорий.

На территории области находятся реки Урал, Анкаты, Оленты, Булдырты, Большой и Малый Узень, Ашыозек, Караозен и множество лиманов. Имеются крупные озера: Шалкар, Камыстое, Жарколь, Сарыколь, Мерекеколь, Караколь, Сарышыганак, Балыкты Сакрыл. Имеется обводнительно – оросительная система, подающая волжскую воду в Жанибекском районе и обводнительно – оросительные системы Урало – Кушумский и Чижинский каналы в Акжайкском и Таскалинском районах. Назначением обводнительно-оросительных систем является обводнение пастбищ, орошение сельскохозяйственных угодий и обеспечение водой небольших населённых пунктов. Вышеперечисленные каналы были построены в советский период (вторая половина XX века) и на сегодняшний день по ним подается вода в удаленные пастбищные угодия, которая зависима от сезонного уровня воды в реке Урал.

На сегодняшний день в Западно-Казахстанской области используется зональный подход к освоению водоносных горизонтов (аллювиальные, плиоценовые, меловые).

Удельную норму водопотребления для водопоя скота при обводнении пастбищ отгонного животноводства определяют с учетом продуктивного и рабочего скота по формуле [3]:

$$Q_{\text{ср.сут}} = \sum n_i * q_i, \quad (1)$$

где, n_i – количество голов i -ой группы животных; q_i – среднесуточное водопотребление сельскохозяйственных животных, л.

В настоящее время основным сдерживающим фактором развития животноводства является неравномерное и недостаточное обводнение естественных пастбищ отгонного животноводства, эффективность которых в решающей степени зависит от состояния обводнительных систем и сооружений.

Нормы и режимы водопотребления животных на пастбищах колеблются по сезонам года, что обусловлено изменением климатических факторов в течение года и состоянием травостоя [4]. Как показали исследования, в аридной зоне они зависят также от числа водопоев, технологии содержания животных. Следовательно, на сезонных пастбищах объем водопотребления и расчетный расход воды должны определяться по количеству сезонных водопотребителей. В соответствии с нормативными требованиями, в зависимости от категории водопотребителей и с учетом природных условий зоны, принимаются средние нормы водопотребления на пастбищах. Меньшие нормы водопотребления применяют для молодняка, большие – для взрослых животных, причем для лактирующих маток нормы водопотребления увеличивают на 25 %. Количество водопоя (в сутки) животных на пастбищах обычно принимается двух- и трехкратное.

Коэффициенты суточной и часовой неравномерности водопотребления определяются по формулам:

$$\text{сут} = \frac{Q_{\text{max.сут}}}{Q_{\text{ср.сут}}} > 1, \quad \text{час} = \frac{Q_{\text{max.час}}}{Q_{\text{ср.час}}} > 1, \quad (2)$$

В зависимости от кратности водопоя коэффициенты суточной неравномерности водопотребления (сут) сельскохозяйственных животных на пастбищах представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Коэффициенты суточной неравномерности водопотребления на пастбищах отгонного животноводства

№ п/п	Виды сельскохозяйственных животных	Поение сельскохозяйственных животных		
		Однократное	Двукратное	Трехкратное
1.	Крупный рогатый скот	1,2-1,5	1,2-1,4	1,2-1,35
2.	Лошади	1,2-1,5	1,4-1,5	1,2-1,5
3.	Овцы	1,1-2,3	1,3-1,8	1,1-1,3
4.	Верблюды	1,2-1,5	1,4-1,5	-

Для сельскохозяйственных животных радиус водопоя на пастбищах отгонного животноводства принимается предельно допустимыми показателями (таблица 3).

Таблица 3 – Предельно допустимый радиус водопоя сельскохозяйственных животных на пастбищах отгонного животноводства, км

№ п/п	Виды сельскохозяйственных животных	Пастбища степной зоны	Пастбища полупустынной и пустынной зоны
1.	Крупный рогатый скот	4	6
2.	Лошади	5	8
3.	Овцы	4	6
4.	Верблюды	-	8

В зависимости от радиуса водопоя сельскохозяйственных животных расчетная площадь обводнения пастбищ отгонного животноводства представлена в таблице 4. Размещение водопойных пунктов на скотопрогонных трассах зависит от скорости движения скота и длины суточного перегона. Движение скота по скотопрогонной трассе может происходить с пастбой и без пастбы [5].

Таблица 4 – Расчетная площадь обводнения пастбищ отгонного животноводства

№ п/п	Радиуса водопоя, км	Площадь обводнения пастбищ отгонного животноводства, га
1.	0,5	80
2.	1,0	300
3.	1,5	700
4.	2,0	1200
5.	2,5	1900
6.	3,0	2800
7.	3,5	3800
8.	4,0	5000
9.	4,5	6300
10.	5,0	7800
11.	6,0	11300
12.	6,5	13300
13.	7,5	17700

Допустимое расстояние между водопойными пунктами принимают при гоне пасом 8 – 12 км, при маршевом гоне 18 – 25 км. Если скот перегоняется в жаркое время года (в аридной зоне), то расстояние между водопойными пунктами сокращается в 1,5 – 2 раза.

Пастбища можно использовать с наибольшим эффектом для развития отгонного животноводства только при наличии достаточного количества воды. В силу этого проблема обеспечения водой потребителей была и остается самой важной и приоритетной, причем капитальные вложения, направленные на обводнение и освоение пастбищ, окупаются в два раза быстрее, чем в других отраслях сельского хозяйства.

Основными проблемами водообеспечения пастбищ отгонного животноводства является износ существующих колодцев и скважин, высокая минерализация подземных вод, неравномерное распределение водоисточников

на пастбищных территориях отгонного животноводства, недостаток инвестиций в инфраструктуру, климатические изменения (засухи).

Перспективными направлениями развития отгонного животноводства является разведка и рациональное использование подземных вод, внедрение технологий сбора талых и дождевых вод, реконструкция старых колодцев с высоким дебитом, использование возобновляемых источников энергии (солнечные насосы), создание автоматизированных водопойных систем.

Данный способ сбора талой и дождевой воды особенно актуален для маловодных и безводных пастбищных территорий отгонного животноводства [6]. Для этого необходимо создание искусственного накопителя воды (резервуары, бассейны-прудокопани), сооружение модульного контура водосбора и системы задержания водостока (рисунок 1). Преимуществом предлагаемой технологии является использование местных ресурсов и снижение затрат на бурение подземных водоисточников. К недостатку предлагаемой технологии относятся зависимость от осадков и необходимость инженерных сооружений.

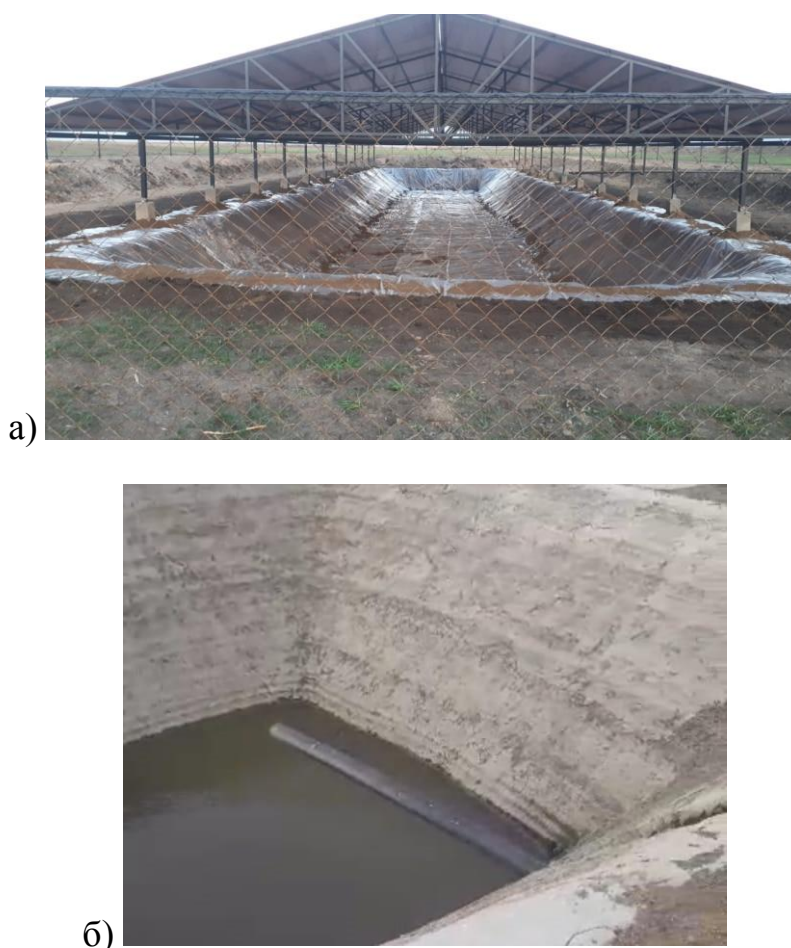


Рисунок 1 – Инновационная технология водообеспечения пастбищ отгонного животноводства по сбору талой и дождевой воды: а) модульный контур с основным и дополнительным бассейнами, б) резервуар поильной площадки

Практические исследования показывают эффективность данной инновационной технологии (рисунок 1), которая внедрена в Аккурайском с/о Казталовского районе Западно-Казахстанской области.

Наиболее эффективным подходом предлагаемой технологии водообеспечения пастбищ являются комбинированные системы:

1. Сочетание подземных источников + накопителей.
2. Использование резервуаров для регулирования водоснабжения.
3. Создание водопойных пунктов.

Такие системы повышают устойчивость водообеспечения в условиях засухи.

Для обеспечения пастбищ техническими средствами водоснабжения используют:

1. Насосные установки (в том числе ветровые и солнечные).
2. Резервуары-накопители.
3. Водопойные корыта.
4. Трубопроводы.

На основании вышеперечисленного нами предлагается технологическая схема водообеспечения пастбищ отгонного животноводства для водопойных пунктов с большим и малым дебитом водоисточника, а также для безводных пастбищ отгонного животноводства (рисунок 2). Важное значение в предлагаемой технологии не только наличие водоисточника, но и организация водопойной инфраструктуры.

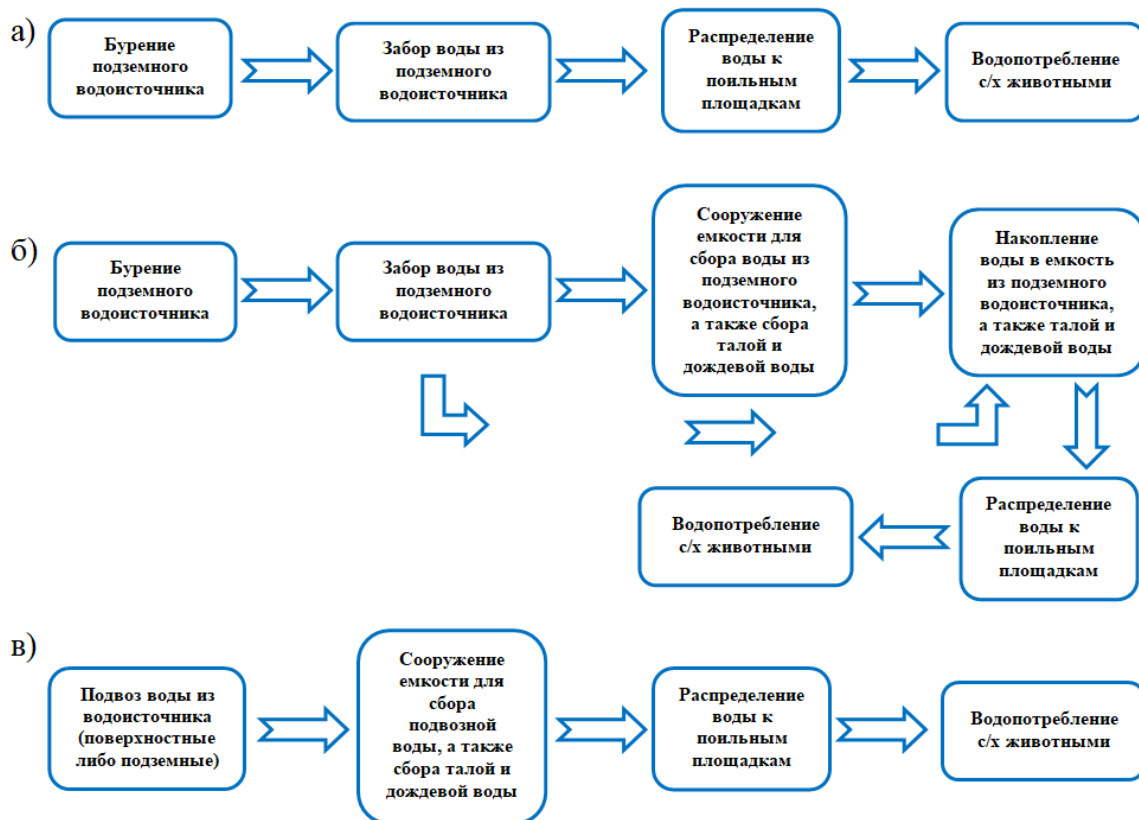


Рисунок 2 – Технологические схемы водообеспечения пастбищ отгонного животноводства:

а) водоисточники с большим дебитом; б) водоисточники с малым дебитом; в) безводные пастбища отгонного животноводства

Вывод. На основании теоретических, полевых и экспериментальных исследований водообеспечения пастбищ отгонного животноводства в Западно-Казахстанской области сочетаются традиционные способы водообеспечения пастбищ отгонного животноводства – подземные и поверхностные воды. Наиболее перспективным является инновационная технология по сбору талой и дождевой воды с комплексным подходом обводнения пастбищ отгонного животноводства, учитывая природные условия области и экономическую эффективность.

Список источников

1. Государственная программа «Агробизнес 2020», 2013.
2. Оңаев М.Қ., Денизбаев С.Е., Ожанов Г.С., Шадьяров Т.М. Обводнение пастбищ – залог развития отгонного животноводства // Ғылым және білім ЗКАТУ им. Жангир хана. ISBN 2305-9397. Уральск, – 2020. – №4-2 (61). – С. 111-118.
3. Оңаев М.Қ., Денизбаев С.Е., Шадьяров Т.М., Есмагулова Б.Ж., Ожанов Г.С., Аюпов Е.Е., Умбеткалиев Н.М. Методические рекомендации по организации обводнения пастбищ в Западно-Казахстанской области // Рекомендации / – Уральск: РИЦ Зап.-Казахст. аграр.-техн. ун.-т им. Жангир хана, 2023. – 17 с.
4. Приказ Заместителя Премьер-Министра Республики Казахстан - Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 30 декабря 2016 года № 545 «Об утверждении Методики по разработке удельных норм водопотребления и водоотведения».
5. Есполов Т.И. Инновационные направления развития обводнения и водоснабжения пастбищных территорий Республики Казахстан // География и водные ресурсы. ISSN 2957-9856. Алматы, – 2016. № 3. – С. 17-25.
6. Оңаев М.Қ., Шадьяров Т.М., Умбеткалиев Н.М., Ожанов Г.С., Денизбаев С.Е., Аюпов Е.Е. Способ обводнения пастбищ отгонного животноводства // Патент Республики Казахстан на полезную модель № 8648. Заявитель и патентообладатель Зап. Каз. агр. тех. унив-т им. Жангир хана, заявл. № 2023/0891.2, зарегистрировано в Госреестре ПМ РК 17.11.2023.

© Абдразаков Ф.К., Шадьяров Т.М., Оңаев М.К., 2026

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЮЦЕРНЫ ПРИ ПОКРОВНОМ И БЕСПОКРОВНОМ ПОСЕВЕ

Екатерина Владимировна Аржанухина¹

Роман Викторович Прокопец²

Александр Николаевич Никишанов³

^{1,2,3} ФГБОУ ВО Вавиловский университет, г. Саратов, Россия

¹ cugarik@rambler.ru

² proroman@inbox.ru

³ nikischanovan@sgau.ru

Аннотация. В статье описывается анализ данных по изучению использования почвопокровных культур для выращивания люцерны. Сравнивается возделывание в чистом виде и под покровом однолетних культур (овес, ячмень, кукуруза, суданская трава, горчица).

Ключевые слова: люцерна, почвопокровные культуры, способы выращивания, кормовая ценность, зеленная масса, сено, овес, ячмень, кукуруза, суданская трава, горчица, изреживание растений.

Для цитирования: Аржанухина Е.В., Прокопец Р.В., Никишанов А.Н. Оценка развития водной эрозии на территории Саратовской области// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.301

Review article

COMPARATIVE ANALYSIS OF ALFALFA PRODUCTIVITY WITH COVER AND COVERLESS SOWING

Ekaterina Vladimirovna Arzhanukhina¹

Roman Viktorovich Prokopets²

Alexander Nikolaevich Nikishanov³

^{1,2,3} Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vavilov University, Saratov, Russia

¹ cugarik@rambler.ru

² proroman@inbox.ru

³ nikischanovan@sgau.ru

Annotation. This article describes an analysis of data from a study on the use of cover crops for growing alfalfa. It compares cultivation in pure form and under cover of annual crops (oats, barley, corn, Sudan grass, and mustard).

Key words: alfalfa, ground cover crops, cultivation methods, feed value, green mass, hay, oats, barley, corn, Sudan grass, mustard, plant thinning.

For citation: Arzhanukhina E.V., Prokopets R.V., Nikishanov A.N. Assessment of the development of water erosion in the Saratov region // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.301

Люцерна – хороший предшественник всех культур. Она имеет большое агротехническое значение в севообороте, как азотособиратель и рассолитель. Для люцерны синей, характерны крупные листья, фиолетовая окраска цветов, хорошее отрастание весной и после укосов. По типу использования относится к сенокосно-пастбищным травам.

Люцерна значительно активизирует микробиологические процессы, что способствует накоплению усвояемых растениями питательных веществ. По наблюдениям С.И. Данилова, люцерна второго года пользования имела массу корней в пахотном слое на 1 га, равную почти 7 т. В этой корневой массе содержалось азота 130 кг, фосфора 33,4 кг, калия 92 кг, кальция 197 кг. Расходуя большое количество воды из почвы, люцерна предотвращает вторичное засоление орошаемых земель (М.И. Тарковский 1974). Люцерна хорошо борется с сорняками и почвенными вредителями.

Люцерна – важная кормовая культура. Для повышения урожайности и улучшения условий роста люцерны её часто высевают под покров однолетних культур. Такой подход позволяет не только защитить молодые всходы, но и получить дополнительный урожай в первый год посева.

Покровные культуры способствуют уменьшению засоренности посевов, ослабляют влияние на травы сухости и высокой температуры воздуха в жаркое время года, препятствуют эрозии почвы. Поскольку в год посева люцерна развивается медленно, распространенным и экономически оправданным является её подпокровный посев.

В качестве покровных культур для люцерны чаще всего используют злаковые: овёс, ячмень, рожь. Реже применяют зернобобовые (вика, нут), которые способствуют лучшему развитию люцерны и повышают содержание белка в корме. Однако не все покровные культуры одинаково эффективны. Например, озимые злаки (рожь) быстро развиваются весной и могут угнетать люцерну, что приводит к снижению её урожайности.

Правильный подбор покровной культуры имеет большое значение для роста и развития люцерны.

Анализ влияния покровных культур на изреживание люцерны показал, что их можно условно разделить на 3 группы: 1 группа – малоугнетающие люцерну культуры, убираемые на сено или зеленый корм через 60-65 дней

после посева; 2 группа – среднеугнетающие культуры, убираемые через 90-105 дней на зерно; 3 группа – сильноугнетающие – суданская трава, растущая вместе с люцерной в течение всей вегетации.

Наименьшей гибелью растений к концу первого года жизни характеризовалась люцерна, посеянная под покровом культур 1 группы. Ячмень, овес, кукуруза, выращиваемые на зеленый корм, рано освобождали люцерну из-под своего покрова, и изреживание посевов люцерны составило 17,4-29,0%.

Мало угнетала люцерну и горчица (гибель растений была в пределах 18,0%). Благодаря своеобразной архитектонике куста и малой облиственности горчица совершенно не затеняла люцерну, давая ей возможность не только цвести, но даже образовывать бобы под своим покровом.

Покровные культуры 2 группы (выращиваемые на зерно) угнетали люцерну значительно – гибель растений к концу вегетации составила 27,8-33,8%.

Но наибольшим изреживанием растений характеризовалась люцерна под покровом суданской травы. В отличие от других злаковых культур у суданской травы процесс кущения протекает в течение всей вегетации; она давала 3 укоса за сезон, в результате чего люцерна испытывала сильное угнетение и к концу вегетации потеряла 47,2% своих растений.

Изреживание растений определяет общий урожай. Наивысший урожай в год посева (8,5-9,8 т/ га зеленой массы) люцерна формирует под покровом овса, ячменя и кукурузы, выращиваемых на зеленый корм, и горчицы, возделываемой на семена. Под покровом зерновых культур продуктивность люцерны была на 2,0-4,0 т/ га зеленой массы ниже. Наименьшая урожайность люцерны под покровом суданской травы – 4,6 т/ га зеленой массы. Люцерна, выращиваемая беспокровно, за 3 укоса дала 14,8 т/ га сена, при этом 5,5 т/ га зеленой массы (или 37%) его составляли сорняки.

Изучение последствий покровных культур на продуктивность люцерны последующих лет показало, что, начиная со второго года жизни, она не испытывает их угнетающего влияния. Наибольшая урожайность (50,0-85,0 т/ га зеленой массы) была получена при посеве люцерны под покровом ячменя, овса, кукурузы и горчицы, обеспечивших меньшую гибель люцерны в год посева.

Люцерна – растение светолюбивое, поэтому лимитирующим фактором для нее в подпокровных посевах при орошении является свет. Главным средством снижения конкурентной борьбы за свет при таком способе посева люцерны является определение оптимальных норм высева покровных культур. Проанализировав научные данные, изучали нормы посева, сниженные на 20%, 40% и 60% от принятых, лучших для люцерны покровных культур – ячменя, овса и кукурузы. Наблюдения показали, что нормы посева оказывали существенное влияние на динамику мощности травостоя люцерны, угнетающее действие покровных культур и гибель растений люцерны. Оптимальные условия сохранения растений люцерны складывались при снижении нормы посева ячменя и овса на 40-60%, кукурузы – на 20-40%.

Анализ данных освещенности показал, что лучшие световые условия для люцерны складывались под покровом кукурузы, во все фазы вегетации которой к люцерне доходило от 72 до 98% всей солнечной радиации. Освещенность люцерны под покровом ячменя и овса была существенно ниже: в фазу стеблевания этих культур к люцерне поступало 47-54% солнечной радиации, в фазу их трубкования – 36-46%, а в фазу колошения – 24-35%. При этом с увеличением густоты стояния покровных культур уменьшалась освещенность растений люцерны (таблица 1).

Таблица 1 – Освещенность растений люцерны под покровом различных культур перед их уборкой, %

Покровная культура	Снижение нормы посева, % от принятой		
	20	40	60
Ячмень	23,7	30,1	32,8
Овес	25,6	28,4	34,9
Кукуруза	64,5	68,7	71,5

В зоне Нижнего Поволжья на орошаемых землях целесообразны посевы люцерны под покров практически всех яровых культур, используемых в данной зоне, в том числе ячменя, овса, кукурузы, суданской травы.

Такие посевы способствуют получению 10,0-17,0 тыс. кормовых единиц/га и 1,22,6 т/ га переваримого протеина, что в 1,5-5,0 раз выше, чем продуктивность чистых посевов этих культур.

Лучшими покровными культурами для люцерны являются ячмень, овес, кукуруза, убираемые на сено и зеленый корм. Под их покровом люцерны в год посева формирует урожай на уровне 35,0-52,5 т/ га зеленой массы, в последующие годы 60,0-90,0 т/ га зеленой массы.

Покровные культуры оказывают значительное влияние на урожайность люцерны. Для получения максимального эффекта рекомендуется использовать яровые злаки или зернобобовые, избегая озимых культур. Такой подход обеспечивает хорошую всхожесть, защиту молодых растений и повышение общей продуктивности посевов.

Список источников

1. Аржанухина, Е. В. Дифференцированный режим орошения и водопотребление люцерны для условий Саратовского Заволжья: специальность 06.01.02 "Мелиорация, рекультивация и охрана земель": диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Аржанухина Екатерина Владимировна. – Саратов, 2001. – 152 с. – EDN QDLDF.
2. Аржанухина Е.В., Влияние режима орошения на развитие и рост корневой массы люцерны /Е.В. Аржанухина // ООО Издательский Центр «Наука» Саратов 2008г
3. Аржанухина Е.В. Влияние температуры и режима орошения на прирост зеленой массы люцерны в условиях Саратовского Заволжья// Е.В. Аржанухина, А.Н. Никишанов //Основы рационального природопользования Сборник материалов V международной конференции. 2016. С. 193-197.

4. Дронова, Т.Н. Научные результаты исследований по многолетним травам / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева, Е.И. Молоканцева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – №3 (47). – С. 46-56.

© Аржанухина Е.В., Прокопец Р.В., Никишанов А.Н., 2026

Научная статья
УДК 631.6

ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕЛИОРАЦИИ: ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Дмитрий Евгеньевич Артемов ¹,
Анастасия Сергеевна Самсонова ²,
Василиса Васильевна Малинко ³,

Научный руководитель - Владимир Станислав Олегович ⁴

^{1,2,3,4} Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Россия

¹ artem0vdim@yandex.ru,

² asyasamova965@gmail.com,

³ vasilisa.malinko.01@gmail.com

⁴ vladimirov_so@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5468-3971>

Аннотация. Авторами обсуждаются вопросы применения различных мероприятий в области гидромелиорации и их влияние на продуктивность сельского хозяйства

Ключевые слова: гидротехнические мелиорации, водный режим, дренаж, засушливые территории, гидротехнические сооружения.

Для цитирования: Артемов Д.Е., Самсонова А.С., Малинко В.В. Гидротехнические мелиорации: инженерные решения и их влияние на сельское хозяйство // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.305

Original article

HYDRAULIC LAND RECLAMATION: ENGINEERING SOLUTIONS AND THEIR IMPACT ON AGRICULTURE

Dmitry Evgenievich Artemov ¹,
Anastasia Sergeevna Samsonova ²

Vasilisa Vasilevna Malinko³

scientific supervisor - **Vladimirov Stanislav Olegovich**⁴

^{1,2,3,4} Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev", Moscow, Russia

¹ artem0vdim@yandex.ru,

² asyasamova965@gmail.com,

³ vasilisa.malinko.01@gmail.com

⁴ vladimirov_so@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5468-3971>

Annotation. The authors discuss the application of various hydrotechnical reclamation measures and their impact on agricultural productivity.

Keywords: hydrotechnical reclamation, water regime, drainage, arid areas, hydraulic structures.

For citation: Artemov D.E., Samsonova A.S., Malinko V.V. Hydraulic land reclamation: engineering solutions and their impact on agriculture // Current problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.305

Инженерные решения в гидротехнических мелиорациях направлены на регулирование водного режима земель, то есть на управление излишком или недостатком влаги в почве [1,2]. К ключевым типам таких решений относят осушительные системы, дренаж, орошение и сооружения для регулирования стока поверхностных вод. Осушительные системы применяют на переувлажненных территориях, где грунтовые воды подходят близко к поверхности. Обычно используют сеть открытых каналов и закрытый дренаж. Открытые каналы прокладывают по рельефу местности для отвода лишней воды в водоприемники. Закрытый дренаж представляет собой трубы с перфорацией, уложенные в почву на определенной глубине. Вода поступает в трубы через отверстия и отводится в коллекторы. Такое решение позволяет понижать уровень грунтовых вод без значительного уменьшения площади обрабатываемых земель. Системы орошения, напротив, обеспечивают подачу воды на засушливые участки. Наиболее распространены поверхностное, дождевальное и капельное орошения. При поверхностном орошении вода подается через каналы и распределяется по полю, по бороздам или заливает его полностью. Дождевальные установки имитируют естественный дождь и дают более равномерное увлажнение. Капельное орошение подает воду прямо к корням растений через сеть трубопроводов и капельниц. К примеру, капельные системы широко используют в овощеводстве и садоводстве, так как они экономят воду и снижают риск заболачивания. Важную группу инженерных решений образуют сооружения для регулирования стока и хранения воды. Это плотины, водохранилища, пруды, распределительные и накопительные емкости, а также водорегулирующие сооружения на реках и каналах. Они

позволяют накапливать воду в периоды паводков и расходовать ее в засушливый сезон. Следовательно, хозяйство получает более устойчивый водный режим. Все перечисленные инженерные решения тесно связаны между собой. Их комбинация формирует мелиоративные системы, от работы которых напрямую зависит эффективность сельского хозяйства, устойчивость урожаев и сохранность почвенных ресурсов.

Гидротехнические мелиорации заметно меняют условия ведения сельского хозяйства, прежде всего за счет регулирования водного режима почв. Осушительные и дренажные системы позволяют вводить в оборот переувлажненные земли, которые без инженерных вмешательств практически не пригодны для стабильного выращивания культур. Оросительные сооружения, напротив, обеспечивают водой засушливые территории, где естественных осадков недостаточно для нормальной вегетации растений. Повышение продуктивности обычно выражается в росте урожайности и расширении ассортимента возделываемых культур. При грамотно рассчитанной норме полива и продуманной дренажной системе можно получать более устойчивый урожай даже в неблагоприятные по осадкам годы [3]. К примеру, переход от эпизодического поверхностного полива к регулируемому капельному орошению позволяет снизить стресс растений от перепадов влажности и улучшить качество продукции. Следовательно, инженерные решения напрямую связаны с экономической отдачей сельскохозяйственного производства. Важным положительным эффектом становится и повышение устойчивости аграрного сектора к климатическим колебаниям. Регулируя приток и отток воды, землепользователь может сглаживать последствия засух, ранних оттепелей или затяжных дождей. Это создает основу для долгосрочного планирования посевов и снижает риск потери урожая. При этом методы дренажа, осушения и орошения, рассмотренные в предыдущих разделах, работают как единая система управления влагой в ландшафте. Однако вмешательство в природный водный баланс несет и возможные отрицательные последствия. Чрезмерный полив без достаточного дренажа приводит к засолению и вторичному заболачиванию почв. Глубокий дренаж способен понизить уровень грунтовых вод, что ухудшает условия для естественной растительности и меняет структуру экосистем [4]. Строительство крупных гидротехнических сооружений иногда сопровождается затоплением земель, нарушением миграции рыб и изменением русел рек [5]. Поэтому оценка влияния мелиораций на сельское хозяйство должна включать не только анализ роста урожайности, но и изучение долгосрочных экологических рисков, которые будут подробнее рассмотрены в заключительной части работы.

Гидротехнические мелиорации заметно меняют условия ведения сельского хозяйства, прежде всего за счет регулирования водного режима почв. Осушительные и дренажные системы позволяют вводить в оборот переувлажненные земли, которые без инженерных вмешательств практически не пригодны для стабильного выращивания культур. Оросительные сооружения, напротив, обеспечивают водой засушливые территории, где

естественных осадков недостаточно для нормальной вегетации растений. Повышение продуктивности обычно выражается в росте урожайности и расширении ассортимента возделываемых культур. При грамотно рассчитанной норме полива и продуманной дренажной системе можно получать более устойчивый урожай даже в неблагоприятные по осадкам годы. К примеру, переход от эпизодического поверхностного полива к регулируемому капельному орошению позволяет снизить стресс растений от перепадов влажности и улучшить качество продукции. Следовательно, инженерные решения напрямую связаны с экономической отдачей сельскохозяйственного производства. Важным положительным эффектом становится и повышение устойчивости аграрного сектора к климатическим колебаниям. Регулируя приток и отток воды, землепользователь может сглаживать последствия засух, ранних оттепелей или затяжных дождей [6]. Это создает основу для долгосрочного планирования посевов и снижает риск потери урожая. При этом методы дренажа, осушения и орошения, рассмотренные в предыдущих разделах, работают как единая система управления влагой в ландшафте. Однако вмешательство в природный водный баланс несет и возможные отрицательные последствия. Чрезмерный полив без достаточного дренажа приводит к засолению и вторичному заболачиванию почв. Глубокий дренаж способен понизить уровень грунтовых вод, что ухудшает условия для естественной растительности и меняет структуру экосистем. Строительство крупных гидротехнических сооружений иногда сопровождается затоплением земель, нарушением миграции рыб и изменением русел рек [5]. Поэтому оценка влияния мелиораций на сельское хозяйство должна включать не только анализ роста урожайности, но и изучение долгосрочных экологических рисков, которые будут подробнее рассмотрены в заключительной части работы.

Анализ вопросов гидротехнических мелиораций показал, что инженерные решения в этой сфере напрямую связаны с устойчивым развитием сельского хозяйства. Исследование подтверждает, что управление водным режимом почв остается ключевым условием стабильной урожайности и сохранения земельных ресурсов. Именно поэтому гидротехнические мелиорации рассматриваются как важный инструмент адаптации аграрного сектора к климатическим изменениям и растущему спросу на продукцию. Поставленная цель исследовать инженерные решения гидротехнических мелиораций и их влияние на эффективность сельского хозяйства может считаться достигнутой. В работе были рассмотрены основные методы гидротехнических мелиораций, включая орошение, дренаж и осушение. Показано, что грамотно спроектированные системы позволяют регулировать избыточное или недостаточное увлажнение, снижать риски деградации почв, а также поддерживать оптимальные условия для роста культур. Задача анализа влияния инженерных решений на водный режим почв выполнена через обобщение теоретических сведений и практических примеров. Отмечено, что выбор конкретной схемы мелиорации должен учитывать природные условия территории, режим осадков и особенности выращиваемых культур. К примеру, на легких песчаных почвах

при дефиците влаги более эффективными оказываются капельные или дождевальные системы, тогда как на переувлажненных землях приоритет отдается дренажу. Оценка влияния мелиораций на урожайность сельскохозяйственных культур показала общую положительную тенденцию. При правильной эксплуатации гидротехнических сооружений возможно значительное увеличение выхода продукции и стабилизация производства по годам. Вместе с тем были обозначены и потенциальные экологические последствия: засоление, переуплотнение, изменение гидрологического режима территорий. Следовательно, любые мелиорационные мероприятия требуют научного обоснования и постоянного мониторинга. Примеры успешного применения гидротехнических систем в аграрном секторе подтвердили, что сочетание инженерных решений с экологическими ограничениями позволяет находить баланс между экономической выгодой и сохранением природной среды. Итоговое обобщение подчеркивает сохраняющуюся актуальность темы гидротехнических мелиораций и необходимость дальнейших комплексных исследований в этой области.

Список источников

1. Дубенок, Н. Н. Современные гидромелиоративные системы / Н. Н. Дубенок, К. Б. Шумакова, С. О. Владимиров. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – 195 с. – ISBN 978-5-9675-2008-2. – EDN SWHWNF.
2. Пчелкин, В. В. Конструкция, способ строительства и метод расчета дренажа автомобильных тоннелей / В. В. Пчелкин, К. С. Семенова, С. О. Владимиров // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. – 2024. – № 3(60). – С. 82-95. – DOI 10.24866/2227-6858/2024-3/82-95. – EDN ESTVOB.
3. Закономерности изменения элементов водного баланса зоны аэрации при поливе столовой моркови / В. В. Пчелкин, С. О. Владимиров, О. М. Кузина, Б. Хербейк // Природообустройство. – 2021. – № 5. – С. 21-30. – DOI 10.26897/1997-6011-2021-5-21-30. – EDN MZQHOI.
4. Аристова, Е. А. Аспекты применения вертикальных дренажей в сельском хозяйстве / Е. А. Аристова, А. А. Дробышева // 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. 209-212. – EDN ZUOLTS.
5. Противозерозионные гидротехнические сооружения в агроландшафтах / Н. Н. Дубенок, В. В. Пчелкин, А. В. Лебедев [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Проспект", 2024. – 136 с. – ISBN 978-5-392-42139-8. – EDN DLUSNB.
6. Перспективы использования водных ресурсов реки Нигер в пределах Гвинейской Республики / А. Силла, Т. И. Матвеева, С. О. Владимиров, А. В.

Научная статья
УДК 631.674.6

ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И РЕЖИМЫ ОРОШЕНИЯ ПЕРЦА СЛАДКОГО ПРИ КАПЕЛЬНОМ ПОЛИВЕ В СРЕДНЕМ И НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

Кирилл Ильич Баклушин¹

Нина Анатольевна Пронько²

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

¹ killreal202@gmail.com

² n_pronko@mail.ru

Аннотация. В статье представлен сравнительный анализ результатов исследований по изучению водопотребления и разработке режимов орошения сладкого перца при капельном поливе в Среднем и Нижнем Поволжье. Установлены особенности суммарного, среднесуточного, онтогенетического потребления влаги культурой в регионе. Определены режимы орошения, обеспечивающие формирование наивысшей урожайности и получение наибольшей прибыли при выращивании культуры с использованием систем капельного полива.

Ключевые слова: сладкий перец, капельный полив, режим орошения, водопотребление, урожайность.

Для цитирования: Баклушин К.И., Пронько Н.А. Водопотребление и режимы орошения перца сладкого при капельном поливе в Среднем и Нижнем Поволжье// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С.310

Scientific article

WATER CONSUMPTION AND IRRIGATION REGIMES OF SWEET PEPPER UNDER DRIP IRRIGATION IN THE MIDDLE AND LOWER VOLGA REGION

Kirill Ilyich Baklushin¹

Nina Anatolyevna Pronko²

^{1, 2} Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after

N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹ killreal202@gmail.com

² n_pronko@mail.ru

Abstract. The article presents a comparative analysis of research results on water consumption and the development of irrigation regimes for sweet pepper under drip irrigation in the Middle and Lower Volga Region. The characteristics of total, average daily, and ontogenetic moisture consumption by the crop in the region have been established. Irrigation regimes ensuring the highest yield formation and maximum profit when growing crops using drip irrigation systems have been determined.

Keywords: sweet pepper, drip irrigation, irrigation regime, water consumption, yield.

For citation: Pronko N.A., Baklushin K.I. Water consumption and irrigation regimes of sweet pepper under drip irrigation in the Middle and Lower Volga Region // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026.P.310

Объем производимой в России овощной продукции не удовлетворяет потребности в ней населения. Для решения необходимо значительно увеличить производство овощей, в первую очередь открытого грунта. Для этого необходимо повысить уровень урожайности овощных культур, используя в овощеводстве капельное орошение [1-2]. Оно в отличие от дождевания способствует экономному использованию оросительной воды. Очень важными являются экологические преимущества данного способа полива – отсутствие поверхностного стока и инфильтрационного питания грунтовых вод, а, следовательно, сведены на нет ирригационная эрозия почв, подъем грунтовых вод и засоление, из-за которых в регионе растут площади мелиоративно неблагоприятных земель. Благодаря этим факторам капельное орошение стало широко внедряться для полива овощных культур на предприятиях аграрного комплекса Среднего и Нижнего Поволжья. Для реализации преимуществ капельного орошения необходимо хорошо знать особенности водопотребления овощных культур в разных почвенно-климатических условиях выращивания при использовании систем капельного орошения, и применяться рациональные режимы их орошения. В связи с этим целью настоящей работы стал анализ результатов исследований по изучению особенностей водопотребления важнейшей овощной культуры – перца сладкого, при выращивании ее на разных зональных почвах региона, и разработке для данной культуры рациональных режимов капельного орошения.

На основании аналитического обзора результатов исследований поволжских ученых по обозначенной тематике было установлено следующее.

В сухостепной зоне Саратовского Заволжья на темно-каштановой среднесуглинистой почве Пронько Н.А., Новикова Ю.А. изучали особенности

водопотребления перца сладкого раннеспелых сортов Фламинго F1 и Подарок Молдовы при трех режимах капельного орошения – предполивная влажность почвы поддерживалась на уровне 70, 80 и 90%НВ, расчетный слой почвы – 0,3 м до бутонизации и 0,5 м после [3, 4]. При режиме 70%НВ поливная норма составила 252, 80%НВ 168, 90%НВ 84 м³/га; оросительная норма за вегетацию – соответственно 2135, 2574 и 2316 м³/га. Для поддержания предполивной влажности почвы на уровне 70%НВ в среднем за годы исследований потребовалось провести за вегетацию перца 9,7 поливов, 80%НВ – 16,7 и 90%НВ – 29,3 полива. Суммарное водопотребление перца составило 3238 при 70%НВ, 3655 при 80% НВ и 3462 м³/га при 90%НВ, среднесуточное водопотребление соответственно 26,8-29,6 м³/га. Основной вклад в суммарное водопотребление вносила оросительная вода (66–70%). В онтогенезе наибольшее водопотребление перца 1488,3-1829,3-1822,3 м³/га отмечено в период «Начало созревания - последний сбор». В этот же период наибольшим было и среднесуточное водопотребление, которое составило по режимам орошения 33, 30,7 и 33,4 м³/га в сутки. Согласно исследованиям авторов, биоклиматический коэффициент перца при выращивании в Саратовском Заволжье на темно-каштановых почвах в среднем за вегетационный период равен 1,3 мм/°С, максимальные значения показателя приходятся на период «Начало образования – начало созревания плодов» и составляют 1,4 мм/°С. Самое эффективное использование влаги 59,5 м³/т и оросительной воды 39,8 м³/т достигалось при режиме капельного орошения 90% НВ. Наибольшая урожайность плодов 58,7 т/га сорта Гибрид Фламинго и 48,8 т/га сорта Подарок Молдовы получены при режиме капельного орошения 80% НВ. При этом была получена наименьшая себестоимость, наибольшая прибыль и рентабельность, соответственно по гибриду Фламинго и сорту Подарок Молдовы 35,8-33,0 руб./т, 369,8-293,8 тыс. руб./га и 191-168%.

В зоне сухих степей на светло-каштановых среднесуглинистых почвах Нижнего Поволжья (Волгоградская область) Пантюшина Т.В. изучала режимы капельного орошения перца сладкого сортов Джемини, Агрис, Зерто, Клаудио. Предполивная влажность почвы поддерживалась на уровне 60, 70, 80 и 90% НВ. Расчетный слой почвы составлял 0,5 м на протяжении всей вегетации [5, 6]. При режиме орошения 60% НВ поливная норма была равна 312 м³/га, 70% НВ – 234, 80% НВ – 155, 90% НВ – 78 м³/га. Оросительная норма в среднем за годы исследований составила при 60% НВ – 2559 м³/га, 70% НВ – 2763, 80% НВ – 3185, 90% НВ – 3303 м³/га. Для поддержания предполивной влажности на уровне 60% НВ потребовалось провести за вегетацию 8,5 поливов, 70% НВ – 12,5 поливов, 80% НВ – 22,5 поливов, 90% НВ – 46 поливов. Суммарное водопотребление перца составило 4354 м³/га при 60% НВ, 4565 м³/га при 70% НВ, 4823 м³/га при 80% НВ и 4977 м³/га при 90% НВ, среднесуточное соответственно 39, 40,3, 40,4 и 42 м³/га. Биоклиматические коэффициенты за вегетацию в среднем за годы исследований составили 0,13-0,15 мм/°С. Самое эффективное использование влаги и оросительной воды отмечено при режиме капельного орошения 80% НВ и было равно соответственно 77,2 и 51,0 м³/т.

Наивысшая урожайность плодов перца (62,5 т/га) и индекс доходности 1,81 получены при режиме капельного орошения 80% НВ при сроке окупаемости проекта с учетом всех затрат 1 год.

Аналогичные результаты получены в опытах других исследователей, проводивших опыты на светло-каштановых среднесуглинистых почвах Волгоградской области. В опытах Данилко О.В. [7, 8] объектом исследований был среднеранний гибрид Белозерка. Предполивная влажность почвы в расчетном слое 0,5 м поддерживалась на уровне 60, 70, 80, 90% НВ. При режиме 60% НВ поливная норма была равна 312 м³/га, 70% НВ – 234 м³/га, 80% НВ – 155 м³/га и 90% НВ – 78 м³/га. Для поддержания влажности почвы на уровне 60% НВ за вегетацию было проведено 7 поливов, 70% НВ – 14, 80% НВ – 24, 90% НВ – 51 полив. Оросительная норма в среднем за годы исследований составила при 60% НВ – 2808 м³/га, 70% НВ – 3198, 80% НВ – 3720 м³/га, 90% НВ – 4004 м³/га. Суммарное водопотребление перца составило 4302 м³/га при 60% НВ, 4527 м³/га при 70% НВ, 4843 м³/га при 80% НВ и 5053 м³/га при 90% НВ, среднесуточное соответственно 38,9, 42,3, 42,3 и 42,3 м³/га. Биоклиматические коэффициенты за вегетацию в среднем за годы исследований были равны 0,2-0,25 мм/°С. Самое эффективное использование влаги и оросительной воды отмечено при режиме капельного орошения 80% НВ и было равно соответственно 76,8 и 59,0 м³/т. Максимальная урожайность плодов перца 62,2 т/га и чистый доход (86450 руб.) обеспечивался при режиме орошения 80 % НВ. В опытах Борового Е.П., Ахмедова А.Д., Богомолова Д.Ю. [9] объектом исследований был среднеранний гибрид Снегирек F1. Изучались три режима капельного орошения 80-80, 70-80, 80-70% НВ (расчетный слой – 0,5 м). Оросительная норма в среднем за годы исследований составила при 80-80% НВ – 3640 м³/га, 70-80% НВ – 3280 м³/га, 80-70% НВ – 3220 м³/га; суммарное водопотребление соответственно 4745, 4413 и 4375 м³/га. Биоклиматические коэффициенты за вегетацию в среднем за годы исследований составили 0,20-0,25 мм/°С. Самое эффективное использование влаги и оросительной воды отмечено при режиме капельного орошения 80-80% НВ – соответственно 77,0 и 59,1 м³/т. Максимальная урожайность плодов перца 61,6 т/га формировалась при режиме орошения 80-80 % НВ.

Выполненное аналитическое исследование показало следующее.

- Современные среднеранние сорта и гибриды перца сладкого при капельном орошении в сухостепной зоне Поволжья обеспечивают формирование продуктивности культуры 59-63 т/га.

- С усилением аридности климата при переходе от зоны темно-каштановых к светло-каштановым почвам увеличиваются: оросительная норма на 36%, суммарное и среднесуточное водопотребление на 31 и 37%, коэффициент водопотребления на 55%. При этом затраты воды на формирование 1 тонны перца практически не изменяются.

- Наибольшее потребление влаги перцем сладким во всех почвенно-климатических условиях региона приходится на период плодообразования.

– Максимальная урожайность плодов перца сладкого формируется в регионе при режиме капельного орошения 80%НВ.

Список источников

1. Бородычев В.В. Современные технологии капельного орошения овощных культур: научное издание. Коломна, ВНИИ «Радуга», 2010. — 241 с.
2. Пронько Н.А., Корсак В.В., Фалькович А.С. Орошение в Поволжье: не повторять ошибок. – Мелиорация и водное хозяйство, 2014, №4, С. 16-19.
3. Новикова Ю.А. Влияние удобрений и режимов капельного орошения на свойства темно-каштановых почв и урожайность перца сладкого в Саратовском Заволжье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Саратов, 2011. – 23 с.
4. Пронько Н.А., Новикова Ю.А. Продуктивность перца сладкого, вынос и потребление им элементов питания при капельном орошении на темно-каштановых почвах Саратовского Заволжья //Вестник СГАУ им. Н.И. Вавилова, №7. – Саратов, 2010. С. 27-31.
5. Пантюшина Т. В. Оптимизация водного и пищевого режимов светло-каштановых почв Нижнего Поволжья при капельном орошении перца: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Волгоград, 2007. – 22 с.
5. Овчинников А.С., Данилко О.В., Пантюшина Т.В., Бочарников В.С. Водопотребление сладкого перца в условиях Нижнего Поволжья //Агроэкологическое состояние АПК – опыт, поиски, решения: мат. междунар. научно-практической конференции. – Саратов, 2005. – С. 121-123
7. Овчинников А.С., Данилко О.В., Гавра М.М. Ресурсосберегающая технология капельного орошения сладкого перца // Ресурсосберегающие и энергоэффективные технологии и техника в орошаемом земледелии: материалы международной научно-практической конференции / ФГНУ ВНИИ «Радуга». – Коломна, 2003. – С. 89-90.
8. Овчинников А.С., Данилко О.В. Капельное орошение сладкого перца в условиях Волго-Донского Междуречья // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сборник научных трудов, посвященный 50-летию юбилею Мещерского филиала ВНИИГиМ имени А.Н. Костякова. – Рязань, 2004 – С. 388-391.
9. Боровой Е. П., Ахмедов А. Д., Богомолов Д. Ю. Структура суммарного водопотребления сладкого перца при различных режимах капельного орошения в условиях Волгоградского Заволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 1 (29). – С. 1–5.

© Баклушин К.И., Пронько Н.А., 2026

ПРОЕКТ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ТЕРРИТОРИИ ВАРЕНИКОВСКОГО СЕЛЬСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Маргарита Олеговна Баранчук¹,
Валентина Ивановна Орехова²

^{1,2}Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина,
г.Краснодар, Россия

¹margarett2005@bk.ru

²orekhova_v_i@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается актуальность и обосновывается необходимость реализации проекта озеленения центральной части территории Варениковского сельского поселения Краснодарского края. Представлен комплексный архитектурно- ландшафтный подход к формированию общественного пространства с учётом природно-климатических, инженерных и социально-экономических факторов. Проанализированы принципы подбора растительности, организации зелёных зон и внедрения автоматизированной системы полива. Особое внимание уделено экологическим и социальным эффектам проекта, а также вопросам экономической эффективности и устойчивого развития территории. Реализация предложенных мероприятий позволит повысить качество городской среды, улучшить микроклимат и сформировать комфортное общественное пространство для населения.

Ключевые слова: озеленение, ландшафтное проектирование, благоустройство территории, автоматизированная система полива, экологическая устойчивость, общественное пространство.

Для цитирования: Баранчук М.О., Орехова В.И. Проект озеленения центральной части территории Варениковского сельского поселения Краснодарского края // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.315

Original article

THE LANDSCAPING PROJECT OF THE CENTRAL PART OF THE TERRITORY OF THE VARENIKOVSKY RURAL SETTLEMENT OF THE KRASNODAR TERRITORY

Margarita Olegovna Baranchuk¹,
Valentina Ivanovna Orekhova²

Annotation: The article examines the relevance and justifies the need for the implementation of a greening project in the central part of the territory of the Varenikovsky rural settlement of the Krasnodar Territory. A comprehensive architectural and landscape approach to the formation of public space is presented, taking into account natural, climatic, engineering and socio-economic factors. The principles of vegetation selection, organization of green areas and implementation of an automated irrigation system are analyzed. Special attention is paid to the environmental and social effects of the project, as well as issues of economic efficiency and sustainable development of the territory. The implementation of the proposed measures will improve the quality of the urban environment, improve the microclimate and create a comfortable public space for the population.

Keywords: landscaping, landscape design, landscaping, automated irrigation system, environmental sustainability, public space.

For citation: Baranchuk M.O., Orekhova V.I. Project for Landscaping the Central Part of the Varenikovskoye Rural Settlement in the Krasnodar Territory // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026, p.315

Современное развитие населённых пунктов ориентировано на формирование комфортной и экологически безопасной среды проживания. В условиях роста антропогенной нагрузки и изменения климатических условий особую значимость приобретают вопросы благоустройства и озеленения общественных пространств. Зелёные насаждения выполняют не только эстетическую функцию, но и способствуют улучшению микроклимата, снижению уровня загрязнения воздуха и шума, а также повышению психологического комфорта населения. [1,3,4]

Варениковское сельское поселение Крымского района Краснодарского края располагается в зоне благоприятных природно-климатических условий, характеризующихся высокой инсоляцией, продолжительным тёплым периодом и относительно мягкими зимами. Вместе с тем центральная часть станицы нуждается в реконструкции и обновлении элементов благоустройства, что обуславливает актуальность разработки проекта комплексного озеленения.

Целью настоящей работы является разработка проекта озеленения центральной части станицы Варениковской, направленного на формирование функционального, эстетически выразительного и экологически устойчивого общественного пространства с учётом природных, инженерных и социальных факторов. [2,3,5]

Методологическую основу исследования составляют принципы устойчивого ландшафтного проектирования, современные подходы к организации зелёных насаждений и инженерных систем орошения, а также анализ социально-экологических эффектов благоустройства территорий. В ходе работы использовались методы анализа природно-климатических условий региона, функционального зонирования территории и расчёта водопотребления для различных типов насаждений.



Рисунок 1- Схема озеленения центральной части станицы

Исходными данными послужили сведения о климатических особенностях Краснодарского края, данные о планировочной структуре центральной части станицы, а также нормативные и справочные материалы по подбору растительности. Проект системы полива разработан в соответствии с требованиями ГОСТ ИСО 9261–2004 «Оросительное оборудование». Экономическая эффективность проекта оценивалась на основе расчёта сметной стоимости и эксплуатационных расходов. [3,4]

Проектируемая территория площадью около 1 га располагается в центральной части станицы Варениковской вблизи общественных зданий и мест массового пребывания населения. Концепция озеленения основана на создании парково-рекреационного пространства, сочетающего функциональность, эстетическую выразительность и экологическую устойчивость. [1,2,4]

Композиционным центром территории является круглый фонтан диаметром 10 м, вокруг которого организована система пешеходных дорожек, зон отдыха и цветочных клумб. Дорожное покрытие выполнено из светлокоричневой тротуарной плитки, обеспечивающей комфорт и визуальную целостность пространства. Озеленение реализовано по ярусному принципу: вдоль пешеходных маршрутов размещены низкорослые растения и цветники, в

центральной части — кустарниковые группы, а по периферии территории высажены декоративные деревья, формирующие зелёный пояс и создающие затенение. [3,5]



Рисунок 2- Композиция фонтана центральной части парка

Подбор растительного ассортимента осуществлялся с учётом климатических условий региона и необходимости обеспечения круглогодичной декоративности. В качестве древесных пород использованы берёза, туя шаровидная и ель колючая, формирующие вертикальные акценты и пространственную структуру территории. Кустарниковый ярус представлен сиренью, спиреей и форзицией, обеспечивающими сезонное цветение. В цветочных композициях применены многолетние растения, такие как хоста и роза. Газонное покрытие площадью около 5 000 м² выполнено из засухоустойчивых травяных смесей, что позволяет снизить потребление воды и затраты на уход. [1,4]

С учётом жаркого и продолжительного летнего периода в Краснодарском крае в проекте предусмотрена комбинированная автоматизированная система полива, включающая дождевальную и капельную способы орошения. Дождевальная полив используется для газонов и открытых пространств, обеспечивая равномерное распределение влаги, тогда как капельный полив применяется для кустарников и цветников, что позволяет снизить расход воды на 30–60 %. Система оснащена контроллерами, датчиками влажности и дождя, обеспечивающими автоматизацию процесса и рациональное использование водных ресурсов. Расчёты показали, что суммарный расход воды на полив газонов, деревьев и цветников составляет около 50 000 л в неделю. [2,4]

Реализация проекта предусматривает поэтапное выполнение работ, включающее подготовку территории, прокладку инженерных коммуникаций, устройство фонтана, формирование дорожной сети, посадку растительности и

установку малых архитектурных форм. Общая стоимость проекта оценивается в 3,5 млн рублей, при этом годовые эксплуатационные расходы составляют порядка 300–450 тыс. рублей.



Рисунок 3- Композиционный центр парка

Ожидаемые результаты реализации проекта включают снижение температуры воздуха в центральной части станицы на 1–2 °С, уменьшение уровня запылённости и шума, повышение эстетической привлекательности территории и формирование комфортной зоны отдыха для жителей. Проект способствует развитию социальной активности населения, укреплению локальной идентичности и повышению инвестиционной привлекательности прилегающих кварталов. [1,4,5]

В перспективе возможно масштабирование проектных решений на другие территории станицы, интеграция энергоэффективного освещения на основе солнечных батарей и внедрение «умных» технологий мониторинга состояния почвы и растений. Дополнительным направлением дальнейших исследований является адаптация ассортимента насаждений к условиям изменения климата.

Проект озеленения центральной части станицы Варениковской представляет собой комплексное архитектурно-ландшафтное решение,

направленное на формирование комфортной, эстетически привлекательной и экологически устойчивой среды. Реализация предложенных мероприятий способствует улучшению микроклимата, повышению качества общественных пространств и рациональному использованию природных и финансовых ресурсов. Проект может служить примером устойчивого развития сельских территорий и эффективного взаимодействия человека и природной среды.

Список источников

1. Карпенко, М. С. Внедрение современных технологий и методов управления сельскохозяйственными предприятиями / М. С. Карпенко, В. И. Орехова // 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. 305-309. – EDN RCAXFL.

2. Павлюченков, И. Г. Автоматизация и механизация сельского хозяйства / И. Г. Павлюченков, В. А. Саркисян, В. И. Орехова // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник III национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 28 февраля 2020 года / Новосибирский государственный аграрный университет. Том 2. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2020. – С. 75-77. – EDN HECNRN.

3. Удинцева, А. С. К вопросу о рациональном водопользовании / А. С. Удинцева, С. С. Радченко, В. И. Орехова // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник IV национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 26 февраля 2021 года / Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета "Золотой колос", 2021. – С. 424-426. – EDN FPGLWE.

4. Свойства чернозема выщелоченного западного предкавказья под различными растительными формациями в суббореальных семигумидных агроландшафтах / В. Н. Слюсарев, А. К. Семерджян, С. И. Терещенко, А. С. Шишкин // Энтузиасты аграрной науки : Сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры почвоведения Кубанского государственного аграрного университета имени И. Т. Трубилина и 80-летию члена-корреспондента РАН Кудеярова Валерия Николаевича, Краснодар, 05–06 сентября 2019 года / Ответственный за выпуск А.Х. Шеуджен. Том Выпуск 21. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2019. – С. 268-275. – EDN FCCASV.

5. Авторское свидетельство № 1660631 А1 СССР, МПК А01G 25/00. Система внутрисочвенного орошения : № 4732487 : заявл. 31.05.1989 : опубл. 07.07.1991 / А. В. Сербинов, В. Т. Островский, А. К. Семерджян ; заявитель КУБАНСКИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ. – EDN SGQMNW.

© Баранчук М.О., Орехова В.И., 2026

АНАЛИЗ БЕРЕГОУКРЕПИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ЧЕРТЕ Г. САРАТОВА

Ангелина Юрьевна Валиева¹,
Татьяна Анатольевна Панкова²

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

¹ linasiraeva7@gmail.com

² vtanja@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается актуальная проблема разрушения (абразии) берегов Волгоградского водохранилища в границах города Саратова. Проведен анализ существующих типов берегоукрепительных сооружений, выявлены основные дефекты и причины разрушений, предложены решения по модернизации берегозащиты.

Ключевые слова: берегоукрепление, водохранилище, инженерная защита, ренблоки, природообустройство.

Для цитирования: Валиева А.Ю., Панкова Т.А. Анализ берегоукрепительных сооружений Волгоградского водохранилища в черте города Саратова // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.321

Review article

ANALYSIS OF COASTAL PROTECTION STRUCTURES ON THE VOLGOGRAD RESERVOIR WITHIN THE CITY OF SARATOV

Angelina Yurievna Valieva¹,
Tatiana Anatolyevna Pankova²

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

¹ linasiraeva7@gmail.com

² vtanja@mail.ru

Abstract. This article examines the pressing issue of coastal erosion (abrasion) of the Volgograd Reservoir within the city of Saratov. An analysis of existing coastal protection structures is conducted, the main defects and causes of destruction are identified, and solutions for modernizing coastal protection are proposed.

Keywords: coastal protection, reservoir, engineering protection, rain blocks, environmental management.

For citation: Valieva A.Yu., Pankova T.A. Analysis of coastal protection structures of the Volgograd Reservoir within the city of Saratov // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.321

Создание Волгоградского водохранилища в 1958–1961 годах коренным образом изменило гидрологический режим Волги на участке от Саратова до Волгограда. Подпор уровня воды, ветро-волновое воздействие и сезонные колебания уровней привели к активизации процессов переработки (абразии) берегов. Для Саратова, растянувшегося вдоль правого коренного берега Волги на десятки километров, эта проблема имеет критическое значение. Береговая линия в черте города представляет собой сложный инженерно-геологический комплекс, включающий как участки капитальной набережной (городской пляж, Набережная Космонавтов), так и незащищенные или слабозащищенные склоны (Затон, районы бывших заводов, Улеша). Разрушение берега угрожает не только потерей рекреационных зон, но и устойчивости зданий, дорог и инженерных коммуникаций, расположенных в прибрежной полосе [1, с. 113].

Основными факторами, определяющими интенсивность разрушения берегов Волгоградского водохранилища, являются ветро-волновое воздействие, сезонные колебания уровня воды, геологические условия и техногенное влияние. Волгоградское водохранилище имеет значительные размеры (длина около 540 км, ширина до 17 км), что позволяет ветру разгонять волны высотой до 1,5–2 метров. В штормовые периоды волны обрушиваются на берег, размывая основание склона. Сезонная сработка водохранилища зимой (до 1–1,5 м) и весенний подъем уровня создают зону переменного подпора, где грунты интенсивно насыщаются водой и теряют прочность. Правобережье Саратова сложено легкоразмываемыми породами (покровные суглинки, аллювиальные пески), склонными к оползням. Районы Затона и Соколовой горы исторически являются оползнеопасными. Техногенное воздействие, включающее сброс ливневых и талых вод с городских территорий, вибрацию от транспорта и неорганизованную застройку в водоохранной зоне, дополнительно усугубляет процессы разрушения.

Существующие берегоукрепительные сооружения на саратовском участке Волгоградского водохранилища можно разделить на несколько типов в зависимости от времени постройки и конструктивных решений. Набережная Космонавтов и примыкающий к ней участок городского пляжа представляют собой наиболее капитальные сооружения в виде подпорных стен из сборного и монолитного железобетона с гранитной облицовкой, построенные в 1960–1970-х годах. При обследовании данных сооружений выявлены следующие дефекты: разрушение межплиточных швов и фильтрация грунта через них (суффозия), что приводит к образованию пустот за стеной, коррозия арматуры в зоне

переменного уровня воды вследствие попеременного замораживания и оттаивания, угрожая его устойчивости.

На многих участках, особенно в районе Затона и ниже по течению, защита выполнена в виде наброски рваного камня (гравийно-галечной смеси) или укладки железобетонных плит по откосу. Каменная наброска на большинстве участков частично размита волнами, камень не сортирован, отсутствует фильтрующий слой (обратный фильтр). Мелкие фракции вымываются, крупные оседают и сползают. Бетонные плиты, уложенные по откосу, также демонстрируют серьезные дефекты: проседание плит из-за вымыва грунта основания, отсутствие анкеровки, что не позволяет им образовывать монолитное покрытие, а также активная фильтрация воды между плитами, ускоряющая разрушение откоса. Значительная часть береговой полосы (районы частной застройки в Затоне, промзоны) либо не укреплена вовсе, либо защищена кустарными способами с использованием старых покрышек, обломков бетона и досок. На этих участках скорость отступления берега достигает 1–2 метров в год в некоторые периоды (рисунок 1), что создает прямую угрозу жилым домам и хозяйственным постройкам [1, с. 116].



Рисунок 1 – Разрушение береговой линии в районе Затона г. Саратова

Обобщая натурные наблюдения и данные литературных источников, можно выделить системные недостатки существующих берегоукрепительных сооружений Саратова. Первым из них является физический износ: большинство сооружений построены в 1960–1980-х годах и не подвергались капитальному ремонту, при том что нормативный срок службы таких конструкций составляет 40–50 лет и уже превышен. Вторым недостатком выступает конструктивная недостаточность — проекты не учитывали современные расчетные нагрузки по волновому воздействию и фильтрации. Третьим недостатком является отсутствие или разрушение обратного фильтра, что служит главной причиной провалов плит и выноса грунта. Наконец, жесткость конструкций (железобетонные и бетонные сооружения) плохо работает на неравномерные осадки грунта, характерные для оползневых склонов Саратова, что приводит к

трещинообразованию и потере целостности при возникновении деформаций основания.

В настоящее время развиваются инновационные подходы, включающие использование 3D-печати в создании берегозащитных конструкций и применение наноматериалов для повышения прочности и долговечности сооружений [2, с. 199]. Эти технологии открывают новые возможности для проектирования берегоукрепительных конструкций со сложной геометрией, позволяющей оптимально гасить волновую энергию.

Для условий Саратова перспективным решением является применение габионных конструкций. Габионы представляют собой короба из металлической сетки, заполненные камнем [3, с. 250]. Основные преимущества габионных конструкций: гибкость (конструкции следуют за осадками грунта без потери целостности), высокая водопроницаемость (исключают накопление фильтрационного давления за сооружением), простота монтажа (не требуют тяжелой строительной техники и сложной опалубки) и экологичность. Целесообразно использование матрасно-тюфяковых конструкций (ренблоков) для крепления откосов в зоне переменного уровня воды и коробчатых габионов для создания упорных призм в основании берега (рисунок 2).



Рисунок 2 – Применение габионных конструкций для берегоукрепления

Для защиты откосов выше уреза воды от дождевой и талой эрозии эффективно применение объемных георешеток (геосотов), заполненных растительным грунтом с посевом трав. Георешетки создают устойчивый дерновый покров, корневая система которого скрепляет поверхностный слой грунта. На оползнеопасных склонах Затона и Соколовой горы предлагается устройство защитного покрытия из георешеток с последующим озеленением.

На участках, где демонтаж капитальных стен невозможен (Набережная Космонавтов), требуется модернизация: устройство волногасящих берм из камня или фасонных бетонных блоков перед стеной, тампонаж межплиточных швов тиксотропными составами и устройство разгрузочного дренажа.

С учетом профиля Вавиловского университета предлагаются биопозитивные решения: на пологих берегах создание защитных полос из тростника, рогоза и ивы кустарниковой на геотекстильной основе, что позволяет гасить волны и улучшать экологическое состояние акватории.

Проведенный анализ показал, что берегоукрепительные сооружения на Волгоградском водохранилище в черте Саратова находятся в неудовлетворительном состоянии. Основные причины – физический износ, несовершенство конструктивных решений прошлых лет и высокая волновая нагрузка. Модернизация должна основываться на применении гибких конструкций (габионы, георешетки), устройстве обратных фильтров (геотекстиль) и внедрении инновационных материалов, включая нанокompозиты и 3D-печатные элементы.

Список источников

1. Волков В. И. Защита береговых склонов от оползней и абразии // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2019. № 4 (89). С. 112–118.
2. Рябцев К.С., Панкова Т.А. Строительные материалы применяемые в берегоукрепительном строительстве // Основы рационального природопользования: материалы X Национальной конференции с международным участием (Саратов, 14 ноября 2024 г) / ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Саратов, 2024. С. 198–200.
3. Панкова Т.А., Орлова С.С., Михеева О.В., Миркина Е.Н. Эффективность применения габионов в гидротехническом строительстве // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XIII Национальной конференции с международным участием (Саратов, 20–21 апреля, 2023 г), ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. Саратов, 2023. С. 248–251.

© Валиева А.Ю., Панкова Т.А., 2026

ВЛИЯНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ВЫРАБОТАННОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Юлия Дмитриевна Гордиенко ¹

Илья Алексеевич Митрошенков ²

Елизавета Николаевна Тришина ³

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры сельскохозяйственных мелиораций **Гемонов Александр Владимирович** ⁴

^{1,2,3} ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева, 127434, г. Москва, Россия

¹juliakrate@yandex.ru.

²mitroshenkov12@yandex.ru

³lizatrishina2004@mail.ru

⁴agemonov@yandex.ru

Аннотация: В статье дается развернутое определение понятию водного режима, который оказывает существенное влияние на биологическую активность в выработанных нефтяных месторождениях. Изменение содержания и состава пластовых вод может стимулировать или подавлять жизнедеятельность микроорганизмов, участвующих в биодegradации углеводов. Описывается влияние на процессы самоочищения, остаточную нефтенасыщенность и потенциальную возможность применения микробиологических методов увеличения нефтеотдачи.

Ключевые слова: водный режим, биологическая активность, запасы, месторождения, почва.

Для цитирования: Гордиенко Ю.Д., Митрошенков И.А., Тришина Е.Н. Влияние водного режима на биологическую активность выработанного нефтяного месторождения// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с .326

Original article

INFLUENCE OF WATER REGIME ON THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF A DEVELOPED OIL FIELD

Yulia Dmitrievna Gordienko ¹

Ilya Alekseevich Mitroshchenkov ²

Elizaveta Nikolaevna Trishina ³

Scientific supervisor: doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agricultural Land Reclamation, **Alexander Vladimirovich Gemonov**⁴

^{1,2,3}Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 127434, Moscow, Russia

¹juliakrate@yandex.ru.

²mitroshenkov12@yandex.ru

³lizatrishina2004@mail.ru

⁴agemonov@yandex.ru

Annotation: The article provides a detailed definition of the concept of water regime, which has a significant impact on biological activity in depleted oil fields. Changes in the content and composition of reservoir water can stimulate or suppress the activity of microorganisms involved in the biodegradation of hydrocarbons. The article also describes the impact on self-purification processes, residual oil saturation, and the potential for using microbiological methods to increase oil recovery.

Keywords: water regime, biological activity, reserves, deposits, soil.

For citation: Gordienko Yu.D., Mitroshchenkov I.A., Trishina E.N. Influence of water regime on biological activity of the developed oil field// Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National conference with international participation – Saratov: FGBOU VO Vavilov University, 2026, p .326

Введение

Выработка нефтяных месторождений приводит к образованию техногенно нарушенных территорий, характеризующихся постоянным загрязнением углеводородами и деградацией экосистем. Одним из основных факторов, определяющих скорость и эффективность естественного восстановления или биоремедиации таких ландшафтов, является водный режим почвы. Это напрямую влияет на активность микроорганизмов, ответственных за биodeградацию нефтепродуктов, а также на физико-химические свойства почвенной среды, такие как аэрация, миграция загрязняющих веществ и доступность питательных веществ [1].

Исследования показывают, что загрязнение почв нефтью и высокоминерализированной промышленной водой приводит к глубоким изменениям их морфологических, агрохимических, водно-физических и биологических свойств, включая подавление ферментативной активности и сокращение разнообразия микроорганизмов [2]. В то же время поддержание оптимального водного режима способствует активации нефтеокисляющей микрофлоры и повышает эффективность процессов биоремедиации [1].

В связи с этим изучение взаимосвязи между параметрами водного режима (влаги, грунтовые воды, минерализация почвенного раствора) и уровнем биологической активности на разрабатываемом нефтяном месторождении

представляет научный и практический интерес для разработки эффективных стратегий рекультивации.

Актуальность изучения влияния водного режима на биологическую активность нефтяных месторождений связана с необходимостью снижения экологического ущерба, вызванного добычей нефти, и обеспечением устойчивого восстановления экосистем после окончания эксплуатации нефтяных месторождений. В процессе добычи нефти территории подвергаются интенсивному антропогенному воздействию, что приводит к загрязнению поверхностных и подземных вод нефтепродуктами, химическими веществами и пластовыми водами. Это сильно влияет на нарушение естественных биохимических процессов и снижению биоразнообразия. Однако водные системы играют решающую роль в самоочищении и восстановлении пострадавших районов. Понимание механизмов взаимодействия водного режима и биологической активности позволяет разработать эффективные методы рекультивации, прогнозировать экологический риск и оптимизировать потребление воды в нефтедобывающем регионе. Особенно это важно для экологически уязвимых территорий, где последствия загрязнения могут иметь долгосрочный и, порой, необратимый характер.

Цель: выявить взаимосвязь между водным режимом и уровнем биологической активности на нарушенных территориях.

Задачи:

1. Проанализировать источники загрязнения водных объектов при добыче нефти;
2. Рассмотреть долгосрочные последствия для экосистем после выработки нефтяных месторождений;
3. Изучить изменения гидрологического режима в результате техногенного воздействия;
4. Оценить влияние загрязняющих веществ на флору и фауну водных объектов;
5. Предложить меры по минимизации негативного воздействия.

Теоретическая часть

Завершение активной добычи нефти не означает, что месторождение стало экологически тихим. Напротив, в грунтовых и поверхностных слоях формируется особая биогеохимическая система, где вода, как остаточная, так и искусственно введенная, становится главным регулятором микробной жизни [3]. Это водная фаза, которая определяет метаболическую активность микроорганизмов, которые могут использовать углеводороды в качестве источника энергии или участвовать в сложных окислительно-восстановительных цепях. Его функция выходит за рамки поддержания давления в резервуаре.

Микробные сообщества выработанных месторождений очень адаптивны, особенно в условиях наводнений. Кроме того, интенсивность их деятельности напрямую зависит от водного режима: недостаток влаги останавливает обменные процессы, а избыток ограничивает поступление кислорода и

переводит равновесие в сторону анаэробных форм жизни [3]. Влияние химического состава воды не меньше. Например, сульфаты, находящиеся в закачиваемой воде, способствуют развитию сульфатредуцирующих бактерий, продуктов жизнедеятельности которых является сероводород – агент, усиливающий коррозию оборудования и ухудшающий окружающую среду. В то же время введение нитратов может подавлять эти процессы, перенаправляя микробный метаболизм и даже способствуя дополнительной мобилизации остаточной нефти [4]. Длительная эксплуатация с заводнением приводит к формированию устойчивых микробных консорциумов, способных функционировать даже в условиях высокой минерализации или токсичности [5].

Важно понимать, что в данном контексте вода является не пассивной средой, а активным участником биогеохимических преобразований. Каждая капля воды может привести как к разрушению остаточных углеводородов, так и к возникновению коррозионных или токсичных процессов. Оптимальный водный режим заключается не в максимальном повышении уровня влажности, а в сочетании правильного баланса количественных и качественных параметров [8], способствующих получению экологически и технологически полезных результатов. Управление водным режимом на выработанных нефтяных месторождениях открывает возможности не только для контроля экологических рисков, но и для применения биотехнологических методов повышения нефтеотдачи, основанных на активизации или подавлении определенных групп микроорганизмов.

Методология исследования

Исследование влияния водного режима на биологическую активность разрабатываемых нефтяных месторождений основано на комплексном подходе, сочетающем полевые наблюдения, лабораторные эксперименты и аналитическую оценку гидрогеологических и микробиологических параметров. Основным объектом исследования являются пробы пластовых и закачиваемых вод, взятые из скважин в различных областях месторождения с учетом истории заводнений и степени выработки пласта.

В полевые работы включают отбор проб воды и почвы в асептических условиях, установление таких параметров как: температуры, минерализация, pH, содержания растворенных газов и концентрации углеводородов [8,9]. При этом регистрируются данные режима закачки: объем, химический состав воды, давление и температура закачки. Эта информация позволяет составить представление о текущем водном режиме на участке.

Исходя из планируемых работ, можно выделить следующие методы исследования:

1. Мониторинг водных объектов – включает гидрологический контроль/анализ многолетних режимных наблюдений за состоянием водных объектов [6].

2. Отбор проб воды и донных отложений – часть исследований проводится сразу на месте с помощью портативных анализаторов, для более

сложных — пробы упаковываются в герметичную тару и направляются в лабораторию [7].

3. Маршрутные наблюдения на объекте — чтобы выявить факты, которые могут привести к загрязнению водоёмов [7].

4. Ландшафтно-гидрологический подход — позволяет оценить трансформацию гидрологического режима под влиянием работ по обустройству месторождения, например, техногенных форм рельефа [7,9].

5. Математическое моделирование — используется для составления прогнозов экологической ситуации на основе анализа материалов полевых исследований [8].

При оценке влияния водного режима на биологическую активность исследуется химический состав воды (содержание нефтепродуктов, бензапирена, тяжёлых металлов, водородного показателя pH и др. элементов), микробиологический анализ (общее микробное число, количество колифагов и термофильных бактерий), видовой состав зообентоса [7].

Результаты

Вышеперечисленные методы исследования помогут выявить изменения в режиме водоёмов и водотоков, вызванные техногенными воздействиями, например, изменением русел водотоков, созданием застойных зон, нарушением естественного дренажа и локальным подтоплением территорий. Такие трансформации гидрографической сети напрямую влияют на формирование локального водного режима на выработанных участках, что, в свою очередь, определяет условия для развития биоты. Подтопление может приводить к анаэробным условиям в почве, подавляя аэробные микробные сообщества, ответственные за деградацию углеводов, тогда как чрезмерное осушение ограничивает подвижность питательных веществ и снижает метаболическую активность микроорганизмов.

Кроме того, с помощью гидрологического и гидрохимического мониторинга можно эффективно оценить уровень негативного воздействия на водные объекты в зависимости от стадии добычи нефти — от этапа бурения и эксплуатации скважин до консервации и ликвидации месторождения. На разных этапах техногенное давление проявляется по-разному: в начале преобладают механические нарушения рельефа и гидрографии, на поздних — химическое загрязнение подземных и поверхностных вод солями, тяжёлыми металлами и остаточными углеводородами. Эти изменения отражаются не только на качестве водных ресурсов, но и на функциональном состоянии прибрежных и внутрипочвенных экосистем.

После проведения комплексной оценки можно будет легко определить закономерности связи между уровнем загрязнения поверхностных вод, особенностями обустройства месторождений (расположение очистных сооружений, системы сбора попутных вод, герметичность хранилищ) и состоянием биологической активности в прилегающих почвах. Например, в зонах с постоянным притоком промышленных вод наблюдается засоление и токсичность среды, что резко снижает численность и разнообразие почвенной

микрофлоры, в то время как участки с умеренным и контролируемым увлажнением демонстрируют высокую ферментативную активность и ускоренные темпы самоочищения.

Заключение

Подводя итог вышесказанного, полученные данные позволяют не только диагностировать текущую экологическую ситуацию на разрабатываемом нефтяном месторождении, но и прогнозировать динамику восстановления водных свойств и органогенных почв в соответствии с различными сценариями рекультивации земель. Моделирование восстановительных процессов с учетом регулирования водных режимов является особенно перспективным. Например, путем создания дренажных систем в зонах затопления или орошения в засушливых зонах для поддержания оптимального уровня влажности, способствующего развитию нефтеокисляющей микрофлоры и фитомелиоративной флоры. Это подчеркивает ключевую роль управления водными ресурсами как регулирующего фактора биологической активности и, соответственно, как основы для разработки мер по охране окружающей среды и восстановлению на посттехногенных территориях.

В ходе рассуждения, были решены все поставленные в начале задачи. Установлено, что основными причинами загрязнения воды при добыче нефти являются углеводороды и деградация экосистем. Так же наблюдаются такие последствия, как снижение биоразнообразия и накопление токсичных веществ в воде и донных отложениях, антропогенное воздействие (изменения в стоке воды, образования застойных зон, колебания уровня грунтовых вод). В целом, различные виды загрязнения препятствуют эволюции водных растений и животных, нарушая биологический баланс.

На основе анализа предлагаются практические меры по снижению ущерба: совершенствование систем удаления и очистки стоков, рекультивация нарушенных территорий, восстановление гидрографических сетей, внедрение методов биологической очистки. Эти шаги помогают уменьшить ущерб окружающей среде и создать условия для постепенного восстановления природных систем.

Список источников

1. Замотаев, И. В. Химическое загрязнение и трансформация почв в районах добычи углеводородного сырья (обзор литературы) / И. В. Замотаев, И. В. Иванов, П. В. Михеев, А. Н. Никонова // Почвоведение. – 2015. – № 12. – С. 1505. – DOI 10.7868/S0032180X1512014X. – EDN UVEPUT.
2. Ибатуллина И. З. Биологическая активность и восстановление засоленных почв при нефтяном загрязнении : дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08 / И. З. Ибатуллина. — М., 2012. — 175 с. — URL: <https://www.dissercat.com/content/biologicheskaya-aktivnost-i-vozstanovlenie-zasolennykh-pochv-pri-neftyanom-zagryaznenii>
3. Назина, Т. Н. Микроорганизмы нефтяных пластов и использование их в биотехнологии повышения нефтеотдачи: специальность 03.00.07:

диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук / Назина Тамара Николаевна. – Москва, 2000. – 67 с. – EDN QDWOUJ.

4. Баранов Д.В. Микробиологические методы увеличения добычи нефти: обзор / Д. В. Баранов, А. Н. Петрова, Р. К. Ибрагимов [и др.] // Вестник Технологического университета. – 2016. – Т. 19, № 24. – С. 35-39. – EDN XDXWSZ. Разнообразие микроорганизмов в нефтяных пластах // Микробиология. — 2020. — Т. 89, № 6. — С. 701–715.

5. Дубенок, Н.Н. Влияние типа лесной растительности на распределение годовой суммы осадков, достигших почвы / Н. Н. Дубенок, А. В. Лебедев, А. В. Гемонov // Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: Современное состояние и перспективы: Материалы всероссийской (с международным участием) конференции, Кологрив, 20–21 сентября 2018 года / Ответственный редактор А.В. Лебедев. – Кологрив: Федеральное государственное бюджетное учреждение "Государственный природный заповедник "Кологривский лес" имени М.Г. Синецкина", 2018. – С. 134-137. – EDN YRFHKN.

6. Volkov, S.N. Soil and Forest Characteristics of the Sample Plots in the Conditions of Sod-Podzolic Soils of the Forest Experimental Garden, Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy / S. N. Volkov, A. V. Gemonov, T. A. Fedorova, A. A. Terekhin // RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries. – 2016. – No. 4. – P. 27-35. – DOI 10.22363/2312-797X-2016-4-27-35. – EDN XEKZFR.

7. Хорошавин В. Ю. Диссертация на тему «Техногенная трансформация гидрологического режима и качества вод малых рек в пределах нефтегазовых месторождений бассейна Пура», скачать бесплатно автореферат по специальности ВАК РФ 25.00.36 - Геоэкология [Электронная библиотека диссертаций]. — URL: <https://www.dissercat.com/content/tekhnogennaya-transformatsiya-gidrologicheskogo-rezhima-i-kachestva-vod-malykh-rek-v-predela> (дата обращения: 30.11.2025).

8. Закономерности изменения элементов водного баланса зоны аэрации при поливе столовой моркови / В. В. Пчелкин, С. О. Владимиров, О. М. Кузина, Б. Хербейк // Природообустройство. – 2021. – № 5. – С. 21-30. – DOI 10.26897/1997-6011-2021-5-21-30. – EDN MZQHOI.

9. Пчелкин, В. В. Влияние водного режима дерново-подзолистых почв на их плодородие при выращивании моркови столовой / В. В. Пчелкин, С. О. Владимиров, О. М. Кузина // Природообустройство. – 2018. – № 5. – С. 92-97. – DOI 10.26897/1997-6011/2018-5-92-97. – EDN YRRVDN.

© Гордиенко Ю.Д., Митрошенков И.А., Тришина Е.Н, 2026

КЛИМАТИЧЕСКОЕ ОПУСТЫНИВАНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ: ПРИЧИНЫ, ПРОЯВЛЕНИЯ И МЕРЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ

Ирина Игоревна Демакина¹
Борис Викторович Фисенко²
Елена Владимировна Завьялова³

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

³ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», 410010, г. Саратов, Россия

¹demakina2015@yandex.ru

²fb79@mail.ru

³lenok_1987.87@bk.ru

Аннотация: В статье представлен комплексный анализ климатического опустынивания на территории Саратовской области – региона, характеризующегося высокой степенью аридизации и подверженного процессам деградации земель. На основе данных многолетних метеорологических наблюдений и почвенно-экологического мониторинга выявлены основные природные и антропогенные факторы, способствующие развитию опустынивания. Показано, что на фоне устойчивого повышения температур и трансформации режима осадков наблюдается статистически значимый рост повторяемости засушливых явлений, а также ухудшение структурного состояния и гумусного статуса почв, активизация засоления и изменение гидрогеологических условий. Особое внимание уделено пространственной дифференциации процессов: наиболее интенсивно опустынивание протекает в юго-восточных районах Левобережья. В работе рассмотрены меры противодействия, включающие восстановление защитных лесополос, внедрение адаптированных агротехнологий, применение геоинформационных систем и мелиоративных практик. Обоснована необходимость системного подхода для сохранения продуктивности земель в условиях нарастающей аридизации климата.

Ключевые слова: неустойчивость климата, сельскохозяйственное производство, природные зоны, гидротермический коэффициент, температура, осадки.

Для цитирования: Демакина И.И., Фисенко Б.В., Завьялова Е.В. Климатическое опустынивание на территории Саратовской области: причины, проявления и меры противодействия // Современные проблемы и перспективы строительства, теплогазоснабжения и энергосбережения: материалы XVI

Original article

CLIMATE-RELATED DESERTIFICATION IN THE SARATOV REGION: CAUSES, MANIFESTATIONS, AND COUNTERMEASURES

Irina Igorevna Demakina¹

Boris Viktorovich Fisenko²

Elena Vladimirovna Zavyalova³

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

³ FSBIS "FANTS of the South-East", 410010, Saratov, Russia

¹demakina2015@yandex.ru

²fb79@mail.ru

³lenok_1987.87@bk.ru

Abstract: The article presents a comprehensive analysis of climate-related desertification in the Saratov Region, a region characterized by a high degree of aridization and prone to land degradation. Based on long-term meteorological observations and soil and environmental monitoring data, the main natural and anthropogenic factors contributing to desertification have been identified. It has been shown that, in the context of a steady increase in temperatures and a transformation in precipitation patterns, there is a statistically significant increase in the frequency of dry events, as well as a deterioration in the structural state and humus content of soils, an increase in salinity, and changes in hydrogeological conditions. Special attention is paid to the spatial differentiation of processes: desertification is most intense in the southeastern regions of the Left Bank. The paper discusses counteraction measures, including the restoration of protective forest belts, the introduction of adapted agricultural technologies, the use of geoinformation systems, and reclamation practices. The paper substantiates the need for a systematic approach to preserve land productivity in the face of increasing climate aridization.

Keywords: climate instability, agricultural production, natural zones, hydrothermal coefficient, temperature, precipitation.

For citation: Demakina I.I., Fisenko B.V., Zavyalova E.V. Climate Desertification in the Saratov Region: Causes, Manifestations, and Countermeasures // Modern Problems and Prospects of Construction, Heat and Gas Supply, and Energy Conservation: Proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026, p.333

Опустынивание представляет собой один из наиболее опасных глобальных экологических процессов, характеризующийся деградацией земель в аридных, семиаридных и сухих субгумидных регионах под воздействием как

природных факторов, так и антропогенной деятельности. По экспертным оценкам, процессами опустынивания и деградации охвачена территория 35 субъектов Российской Федерации общей площадью более 100 млн га.

Саратовская область, расположенная в юго-восточной части Европейской территории России, относится к регионам с высокой степенью подверженности опустыниванию. Площадь земель, затронутых процессами деградации и опустынивания, в области составляет 2,2 млн га. Особую актуальность проблема приобретает в Левобережье, где текущие изменения почвенно-климатических условий в большей мере способствуют развитию аридных процессов.

В условиях глобального потепления климата чрезвычайно важно установить влияние климатических изменений на процессы деградации и опустынивания земель в аридной зоне Юго-Востока. При изучении данного вопроса, в первую очередь, необходимо оценить степень засушливости современного климата, которую принято определять по коэффициенту аридности территории [1,2].

Для изучения характера изменения агрометеорологических показателей (температуры воздуха и количества осадков) и гидротермического коэффициента увлажнения на территории Саратовской области нами был выполнен ретроспективный статистический анализ репрезентативных и достоверных рядов наблюдений на 20 опорных метеостанциях сети Росгидромета РФ (рисунок 1, 2) за период с 1971 г. по 2022 г. Статистическая обработка данных в соответствии с рекомендациями Росгидромета РФ. Геопространственное моделирование агрометеорологических параметров проводилось в программном комплексе Quantum GIS в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52055-2003, ГОСТ Р 52293-2004 и ГОСТ Р 51353-99. Значение гидротермического коэффициента увлажнения определялось по методике Г.Т. Селянинова.



Рисунок 1 — Сеть метеорологических станций сети Росгидромета РФ

Для оценки климатических условий Всемирная метеорологическая организация (ВМО) определила в качестве базового тридцатилетнего интервала период 1991–2020 гг. Опираясь на средние многолетние показатели за этот временной отрезок, специалисты рассчитали индексы аридности для 20 метеорологических станций, расположенных на территории Саратовской области, и на их основе уточнили границы зон засушливости.

Вычисление индекса аридности (IA) выполнялось по методике В.С. Мезенцева (таблица 1), в основе которой лежит соотношение годового объёма выпавших осадков и величины испаряемости. Последняя определяется через сумму среднемесячных положительных температур за тёплый период года. Расчётная формула выглядит следующим образом:

$$IA = \sum P / (5,88 \sum t_{IV-X} + 360),$$

где $\sum P$ — общее количество осадков за год;
 $\sum t_{IV-X}$ — сумма среднемесячных температур воздуха за месяцы с апреля по октябрь.

На следующем этапе, согласно методике В.Н. Виноградова, вычислялся нормализованный индекс аридности (NIA) по формуле $NIA = 1 - IA$. Используя разработанные автором критерии, была проведена классификация территорий по степени засушливости [6,7]:

$NIA > 0,70$ — районы с высокой степенью аридности;

$NIA = 0,60-0,70$ — территории со средней степенью аридности;

$NIA = 0,50-0,59$ — зоны умеренной аридности;

$NIA < 0,50$ — области со слабой аридностью.

Таблица 1 - Нормализованный индекс аридности

Годы	Лесостепь	Засушливая черноземная степь	Сухая степь	Полупустыня
1951-1990	0,44	0,53	0,63	0,68
1991-2025	0,47	0,55	0,64	0,70

Из таблицы 1 видно, как изменяется степень аридности с северо-запада Саратовской области на юго-восток, при этом сравнивая разные периоды времени, аридность усиливается и продолжает сдвигаться на северо-запад.

На следующем этапе исследований были выявлены тенденции изменения климата в период с 2001 по 2025 гг. Исследованиями установлено, что в условиях современной волны потепления климата в Нижнем Поволжье продолжается последовательный рост температуры воздуха, особенно заметный в холодный период и летом — в июле-августе. Так, в Саратовской области за этот период средняя годовая температура воздуха увеличилась по сравнению с климатической нормой на 1,0-1,2⁰С. При этом наибольший рост

средней месячной температуры воздуха наблюдался в августе (на 2,0-2,2⁰С) и в ноябре (на 1,5-2,0⁰С). Еще большими темпами увеличиваются средние и максимальные температуры поверхности почвы [3,4].



Рисунок 2 – Метеорологическая изученность Саратовской области

Анализ текущих изменений в количестве выпадающих осадков указывает на увеличение межгодовой и межсезонной изменчивости осадков и рост экстремальности их выпадения. На современном этапе, по сравнению с нормой «стандартного» 30-летия (1991-2020 гг.), годовые суммы осадков остаются близкими к климатической норме с существенным изменением их годовой структуры. Наибольший рост осадков наблюдается весной и осенью при повсеместном уменьшении количества летних осадков. При этом в сухостепных и полупустынных районах области количество летних осадков за 20-летний период уменьшилось на 16-30%.

В условиях наблюдаемого режима осадков риски сильных атмосферных засух увеличились в августе на 28-30% в лесостепных и черноземностепных районах, в сентябре - на 23-25% и июне – на 11-25% в сухостепных и полупустынных районах области [5] (рисунок 3).

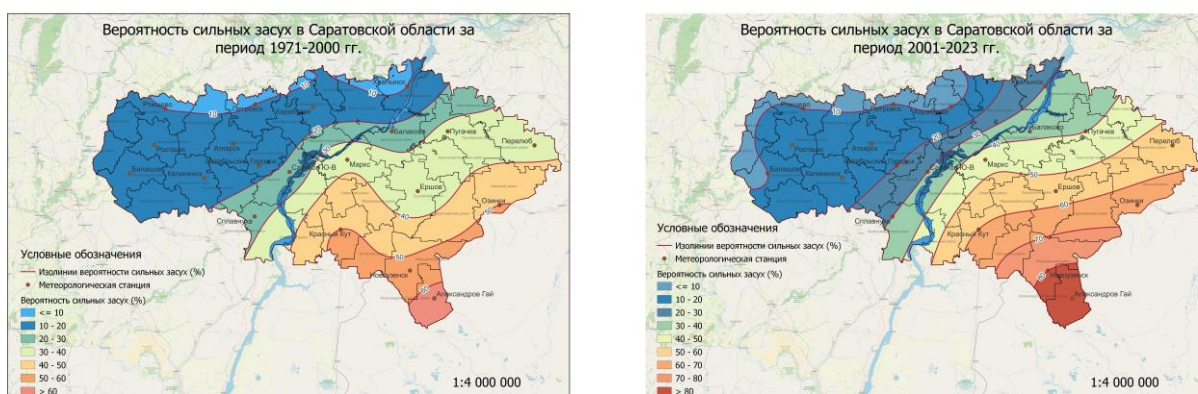


Рисунок 3 – Вероятность сильных засух в Саратовской области

Процессы опустынивания на территории Саратовской области характеризуются выраженной пространственной неоднородностью. По данным научных исследований, наблюдается смещение границ природных зон в северном и северо-западном направлениях. Особенно интенсивно деградационные процессы протекают в юго-восточных районах Левобережья – Перелюбском, Дергачевском и Озинском, которые определены как пилотные территории для реализации мероприятий по борьбе с опустыниванием.

Границы полупустынной зоны, по данным почвенно-экологического мониторинга, сместились к северу и северо-западу, что свидетельствует о расширении аридных территорий в пределах области.

На территории Саратовской области климатическое опустынивание формируется как комплексное природно-антропогенное явление, обусловленное совокупным действием естественных (повышение температуры, изменение характера выпадения осадков, учащение засушливых периодов) и вызванных хозяйственной деятельностью факторов. Основными признаками этого процесса выступают потеря почвами гумуса, утрата ими благоприятной структуры, накопление солей и трансформация гидрогеологической обстановки.

Эффективное сдерживание опустынивания возможно лишь на основе системного подхода, включающего мероприятия по созданию лесных насаждений, приспособление агротехнических приемов к изменяющимся условиям, применение современных способов мелиорации и использование цифровых средств наблюдения. Реализуемые в Саратовской области решения — восстановление полезащитных лесополос, внедрение обоснованных с научной точки зрения принципов землепользования, формирование пастбищных угодий с искусственным орошением — закладывают фундамент для предотвращения дальнейшего ухудшения земельных ресурсов и поддержания их хозяйственной ценности в условиях прогрессирующей засушливости климата.

Список источников

1. Левицкая Н.Г., Демакина И.И. Современные изменения климата Саратовской области и стратегия адаптации к ним селекции и агротехнологий // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 10. – С. 7-12;
2. Левицкая Н.Г., Бондаренко Ю.В. Основы агрометеорологии: Учеб. Пособие. – Саратов: Издательство «Саратовский источник». 2012. 150 с.
3. Демакина И.И., Фисенко Б.В., Моршнев А.Ю. Агрогеометеорологическое обеспечение агропромышленного комплекса // Заметки ученого. 2023. №7. С. 365-368.
4. Демакина И.И., Храмова А.А. Агрогеоаналитика в сельском хозяйстве (на примере Саратовской области) // В сборнике: Национальная научно-практическая конференция с международным участием, посвященная 125 - летию профессора Ильи Абрамовича Кузника. Международная научно-практическая конференция. Саратов, 2023. с. 240-243.
5. Завьялова Е.В., Демакина И.И. Риски сильных атмосферных засух на территории Саратовской области // Аграрный научный журнал. 2022. № 7. с. 8-12.
6. Губарев Д.И., Левицкая Н.Г., Деревягин С.С. Влияние изменений климата на деградацию почв в аридных зонах Поволжья // Аридные экосистемы. 2022. Том 28. № 1 (90). С. 20–27.
7. Маштаков Д.А., Проездов П.Н., Есков Д.В. и др. Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием Саратовской области: монография / под ред. К.Н. Кулика. – Волгоград; Саратов: ФНЦ агроэкологии РАН, 2024. – 331 с.

© Демакина И.И., Фисенко Б.В., Завьялова Е.В., 2026

СОВРЕМЕННЫЕ УГРОЗЫ ДЕГРАДАЦИИ ОЗЕРНО-ЛИМАННЫХ ЭКОСИСТЕМ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Софико Гелаевна Джалагония¹,
Валентина Ивановна Орехова²,

^{1,2}Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина,
Краснодар, Россия

¹sofikodzalagonia@mail.ru

²orekhova_v_i@mail.ru

Аннотация: В данной статье изложен материал по современным угрозам деградации озерно-лиманных экосистем Краснодарского края. Затронуты как антропогенные, так и природные проблемы. Проведен анализ факторов влияющих на экосистему. На основании чего приводятся мероприятия направленные на сохранение и восстановление водоемов.

Ключевые слова: лиманы, антропогенная нагрузка, популяция птиц, очистные сооружения, водозабор

Для цитирования: Джалагония С.Г., Орехова В.И. Современные угрозы деградации озерно-лиманных экосистем Краснодарского края // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.340

Original article

MODERN THREATS TO THE DEGRADATION OF LAKE-ESTUARINE ECOSYSTEMS OF THE KRASNODAR TERRITORY

Sofiko Gelaevna Jalagonia¹
Valentina Ivanovna Orekhova²,

^{1,2}I.T. Trubilin Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

¹sofikodzalagonia@mail.ru

²orekhova_v_i@mail.ru

Abstract: This article presents material on current threats to the degradation of lake-estuarine ecosystems in the Krasnodar Territory. Both anthropogenic and natural problems are affected. The analysis of the factors affecting the ecosystem is carried out. On the basis of which the measures aimed at the conservation and restoration of reservoirs are given.

Key words: estuaries, anthropogenic load, bird population, sewage treatment plants, water intake

For citation: Dzhalagoniya S.G., Orekhova V.I. Modern Threats to the Degradation of Lake-Estuary Ecosystems in the Krasnodar Territory // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026, p.340

Российская Федерация имеет развитый рыбопромышленный комплекс, который является одним из основных участников экономического сектора, который регулирует производство, потребление и экспорт биоресурсов. [1,2]

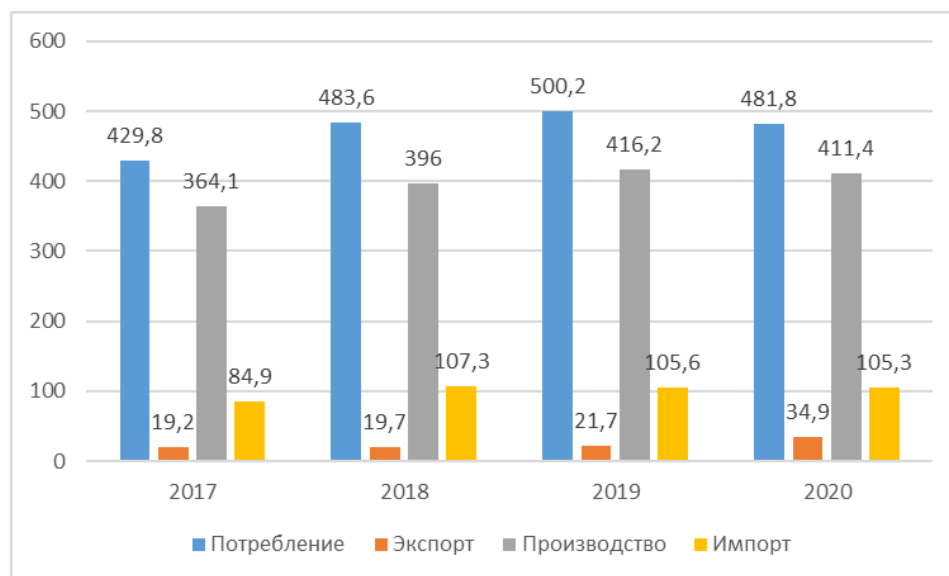


Рисунок 1 - Распределение биоресурсов в РФ

Основной задачей рыбопромышленного комплекса является воспроизводство биоресурсов, включая рыбопосадочный материал

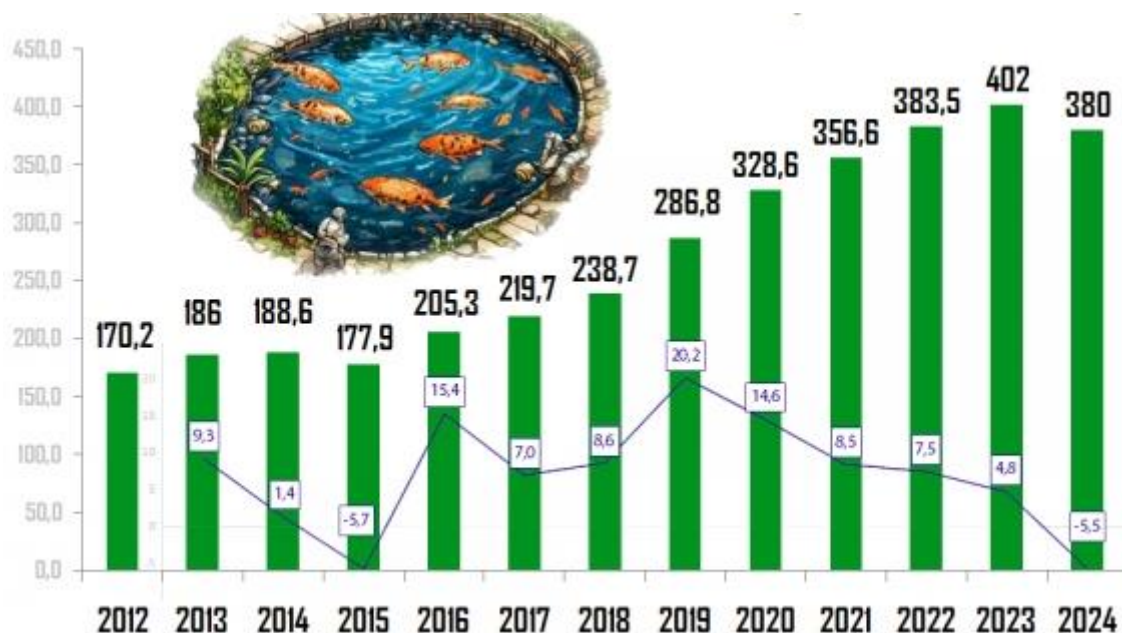


Рисунок 2- Производство аквакультуры в Российской Федерации, тыс тонн

Краснодарский край входит в рыбопромышленный комплекс РФ и обладает большими водными ресурсами (Азово-Черноморский бассейн), следовательно, и запасами промысловых рыб, которые за последнее 10 лет снизились до 256 тонн. Условиями снижения являются антропогенные и климатические факторы, но в основном антропогенные. За счет ухудшения экологической ситуации. [2,3]

На территории Краснодарского края расположенное большое разнообразие экосистем. Экосистема озерного типа представляет собой уникальный природный комплекс. В Краснодарском крае озера расположены в долинах реки Кубань и по берегам Азовского моря (встречаются лиманы озерного типа), их общая площадь составляет около 775 квадратных километров. Эти водоемы выполняют следующие функции: служат местами нереста некоторых видов рыб, является местом отдыха птиц, а так же играет важную роль в поддержании экологического баланса, одним из таких является Курчанский лиман расположенный к северо-востоку от города Темрюка (Рисунок 3). [2,3]



Рисунок 3 – Акватория Курчанского лимана

В связи с увеличением антропогенной нагрузки и изменением климатических условий природный механизм столкнулся с комплексом угроз, ведущих к деградации.

К антропогенным факторам относится: промышленная и сельскохозяйственная деятельность. В связи с ростом промышленной деятельности увеличивается объем загрязненных вод из-за чего существующие очистные сооружения перегружены, что приводит к некачественной очистки сточных вод, которые сбрасываются в местные водоемы. [3,4]

Из-за большого количества рисовых систем в лиманы Краснодарского края сбрасываются дренажные воды, содержащие примеси агрохимикатов. Большое количество биогенных элементов влечет к эвтрофикации, что вызывает бурный рост микроскопических водорослей, создает зону гипоксии, и влечет за собой заиливание и значительное увеличение отложений донного слоя. Интенсивный водозабор на нужды сельского хозяйства и климатические изменения привели к гидрологическому истощению и обмелению.



Рисунок 4 – Эвтрофикация акватории Курчанского лимана

Вышеперечисленные факторы напрямую истощают природный ресурс, нарушая условия нереста определенных популяций рыб, изменение их кормовой базы, происходит деградация мест обитания птиц. Одной из основных задач является сохранение природного ресурса экосистем. Для этого необходимо разработать и реализовать комплекс мероприятий направленных на охрану и восстановление природного баланса экосистем, восстановление популяций фауны и флоры, мониторинг их состояния.

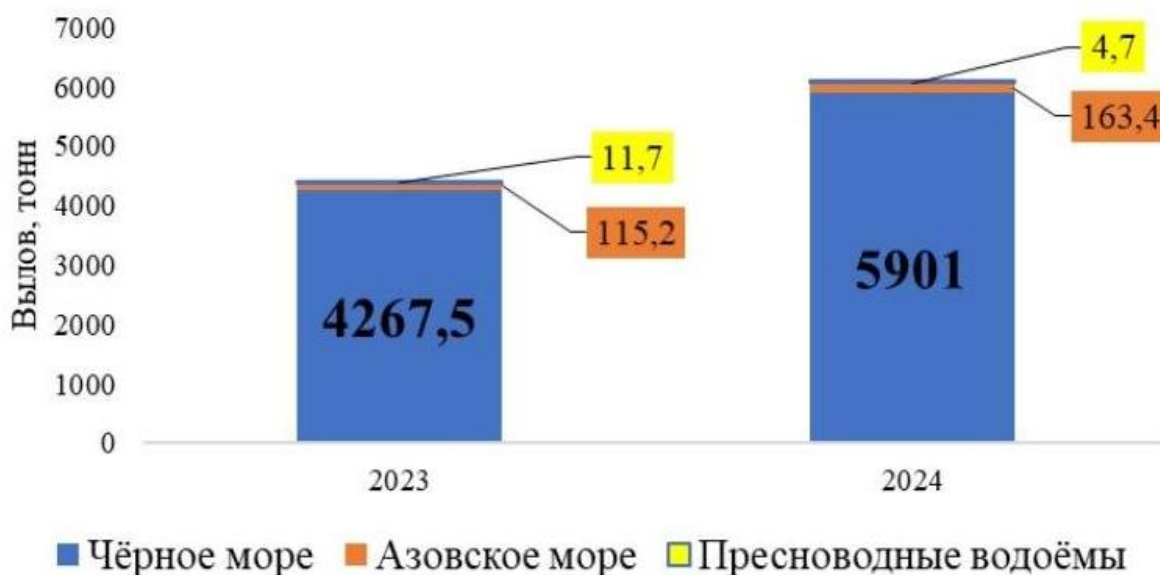


Рисунок 5 - Диаграмма вылова рыбы в Азово-Черноморском бассейне

Серьезной проблемой в Краснодарском крае является истощение запасов промысловых рыб. Изменение климата (повышение температуры воды, повышение солености) и антропогенные воздействия (строительство

гидротехнических сооружений) влияют на выживание аборигенных видов рыб, что сказывается на снижении их запасов. В 60-е годы прошлого столетия в реки и водоемы были запущены мальки хольбрукской гамбузии, толстолобика, серебристого карася, белого и черного амура, радужную форель, которые обитают на азиатском континенте. Отсутствие в обитаемой среде хищников привело к исчезновению коренных видов рыб, особенно в лиманах. Такой вид рыбы как стерлядь вообще полностью исчез из реки Кубань, хотя являлся основным видом этого региона. [2,5]

В Краснодарском крае насчитывается 5 рыбодобывающих компаний, специализирующихся на вылове рыбных ресурсов, интенсивный вылов способствует истощению запасов и влияет размножение в частности хамсы и шпрота. [5]

Комплексный подход к управлению рыбными ресурсами необходимо решать с другими отраслями агропромышленного комплекса. В частности оценить масштаб реконструкции оросительных систем, очистных сооружений, их новое строительство, для повышения эффективной очистки сточных и дренажных вод. Чтобы снизить объемы водоотбора из лиманов необходимо внедрение водосберегающих технологий (автоматизация капельного орошения, распределение водных ресурсов с учетом агротехники культур, оптимизация сроков полива), позволяющих экономить водный ресурс и предотвратить загрязнение сточных вод агрохимикатами. [2]

В условиях длительной антропогенной и климатической нагрузки озерно-лиманские экосистемы Краснодарского края находятся в критическом состоянии. Для улучшения ситуации необходимо реализовать мероприятия рационального водопользования и охране водных угодий для сохранения природного потенциала. [2,3]

Список источников

1. Аурсалиди, А. Н. Обоснование параметров поливных трубопроводов систем капельного орошения / А. Н. Аурсалиди, А. К. Семерджян // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 75-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2019 год, Краснодар, 02–16 марта 2020 года / Отв. за выпуск А.Г. Коцаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2020. – С. 158-161. – EDN MUSQMS.

2. Ванжа, В. В. Рекомендации по повышению эффективности и оптимизации работы рыбоподъемника краснодарского гидроузла / В. В. Ванжа, О. О. Косенко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 28. – С. 172-176. – EDN OJJMUZ.

3. Бандурин, М. А. Применение цифровой аэрофотосъемки и воздушного лазерного сканирования для оценки состояния рисовых систем / М. А. Бандурин, В. В. Ванжа, С. А. Пестунова // Научная жизнь. – 2021. – Т. 16, № 3(115). – С. 293-302. – DOI 10.35679/1991-9476-2021-16-3-293-302. – EDN ZKVRXH.

4. Карпенко, М. С. Повторное использование сточных вод в сельском хозяйстве / М. С. Карпенко, В. И. Орехова // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 79-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2023 год. В 2-х частях, Краснодар, 25 апреля 2024 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. – С. 486-487. – EDN FOREJD.

5. Спиридонова Е.В., Федюнина Т.В. Аккумуляторы холода как инструмент энергосбережения // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XV I Национальной конференции с международным участием - Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с

©Джалагония С.Г, Орехова В.И., 2026

Научная статья

УДК 674.5, 631.674.6

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ПОЛИВА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ КАРТОФЕЛЯ В ЮЖНЫХ РЕГИОНАХ РОССИИ

Семён Дмитриевич Житарев ¹,

Анастасия Андреевна Дробышева ²,

Научный руководитель - Пчелкин Виктор Владимирович ³

^{1,2,3} Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Россия

¹ zhitarev.semen4ik@mail.ru ,

² princesska_160@mail.ru,

³ 9766793@mail.ru

Аннотация. Авторы рассматривают вопросы влияния способов полива (дождевания и капельного орошения) на урожайность, качество и водопотребление картофеля в условиях юга России

Ключевые слова: гидротехнические мелиорации, картофель, орошение, дождеванием, капельное орошение, урожайность, водопотребление, юг России.

Для цитирования: Житарев С.Д., Дробышева А.А. Сравнительный анализ эффективности методов полива и их влияние на урожайность и водопотребление картофеля в южных регионах России // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.346

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF IRRIGATION METHODS AND THEIR IMPACT ON POTATO YIELD AND WATER CONSUMPTION IN THE SOUTHERN REGIONS OF RUSSIA

Semen Dmitrievich Zhitarev¹,

Anastasia Andreevna Drobysheva²

scientific supervisor doctor of Technical Sciences, Professor - **Pchelkin Viktor Vladimirovich**⁴

^{1,2,3,4} Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev", Moscow, Russia

¹ zhitarev.semen4ik@mail.ru,

² princesska_160@mail.ru,

³ 9766793@mail.ru

Annotation. The authors examine the impact of irrigation methods (sprinkler and drip irrigation) on the yield, quality and water consumption of potatoes in the conditions of southern Russia.

Keywords: hydrotechnical melioration, potatoes, irrigation, sprinkling, drip irrigation, crop yield, water consumption, southern Russia.

For citation: Zhitarev S.D., Drobysheva A.A. A comparative analysis of the efficiency of irrigation methods and their impact on potato yield and water consumption in the southern regions of Russia // Current problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.346

Гидромелиоративные мероприятия, в особенности орошение, играют ключевую роль в обеспечении устойчивости агропромышленного комплекса в регионах с недостаточным и нестабильным увлажнением. Южные территории России, включая Ростовскую область, Ставропольский и Краснодарский края, относятся к зоне рискованного земледелия [1,4,5], где без применения систем искусственного орошения достижение стабильно высокой урожайности многих сельскохозяйственных культур, в том числе картофеля, представляется затруднительным. Картофель, являясь стратегически важной культурой для продовольственной безопасности страны, предъявляет повышенные требования к влагообеспеченности почвы, особенно в критические фазы развития – клубнеобразования и налива [2,3,9].

В отечественной агропрактике долгое время доминировало орошение методом дождевания с использованием навесных, фронтальных или барабанных систем [6,7]. Однако в условиях усиления дефицита водных ресурсов, роста стоимости энергоносителей и необходимости повышения

общей эффективности производства всё более актуальными становятся современные ресурсосберегающие технологии, среди которых особое место занимает капельное орошение. [2,5] Данный метод обеспечивает подачу воды непосредственно в корневую зону растений, что позволяет минимизировать непродуктивные потери влаги на испарение и поверхностный сток [4,8].

Таким образом, целью данной статьи является сравнительный анализ влияния способов полива (дождевания и капельного орошения) на продуктивность, качество и водопотребление картофеля в условиях юга России на основе данных научных исследований.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- 1) проанализировать влияние дождевания на урожайность и водопотребление картофеля;
- 2) оценить эффективность применения капельного орошения;
- 3) провести сравнительный анализ двух технологий по ключевым агротехническим и экономическим показателям.

Результаты и обсуждение

Для сравнительного анализа были выбраны две научные статьи, посвященные изучению орошения картофеля в условиях юга России, но рассматривающие разные технологии полива.

1. Анализ источника №1: Исследование эффективности дождевания.

Источник: Петров И.С., Сидорова А.В. «Влияние режимов орошения дождеванием на урожайность и качество картофеля в условиях Ростовской области» [2].

В данном исследовании авторы изучали влияние различных режимов орошения (контроль – без орошения, 70%, 80% и 90% от наименьшей влагоемкости – НВ) при использовании дождевальной машины «Фрегат» на среднеспелый сорт картофеля «Невский». Опыты проводились на черноземе обыкновенном в Ростовской области.

Основные результаты:

- Урожайность: Наибольший показатель урожайности (32,5 т/га) был зафиксирован на варианте с поддержанием влажности почвы на уровне 80% НВ. Снижение оросительной нормы до 70% НВ привело к падению урожая на 15% (27,6 т/га), а увеличение до 90% НВ обеспечило незначительный прирост (33,1 т/га), который статистически не оправдывал дополнительный расход воды.

- Качество клубней: Оптимальный режим (80% НВ) способствовал формированию клубней с наибольшим содержанием крахмала (17,2%) и высокой товарностью (89%). При переувлажнении (90% НВ) наблюдалось увеличение доли некрупных и деформированных клубней, а также повышение риска развития фитофтороза.

- Водопотребление: Суммарное водопотребление культуры на оптимальном варианте составило около 3800 м³/га. Авторы отмечают существенные потери воды на испарение с поверхности почвы и листового

аппарата, особенно в жаркие ветреные дни, что снижало коэффициент полезного использования влаги.

Выводы авторов: Дождевание остается эффективным способом орошения картофеля, позволяющим увеличить урожайность в 2-2,5 раза по сравнению с богарным выращиванием. Ключевым условием является строгое соблюдение оптимального режима орошения (80% НВ), что позволяет получать высокие урожаи без непроизводительного расхода воды.

2. Анализ источника №2: Исследование эффективности капельного орошения.

Источник: Козлов В.П., Мельникова О.Д. «Продуктивность картофеля при капельном орошении и фертигации в условиях Краснодарского края» [2].

Данная работа посвящена изучению возможностей капельного орошения в сочетании с фертигацией (внесением удобрений с поливной водой) на продуктивность сорта картофеля «Гурман». Исследования проводились на Кубанском черноземе.

Основные результаты:

- Урожайность: Применение капельного орошения с оптимальным режимом (поддержание влажности в активном слое почвы не ниже 75% НВ) позволило достичь урожайности на уровне 42,8 т/га, что на 25% превышает показатель на контроле с дождеванием (в опыте авторов – 34,2 т/га при одинаковом фоне удобрений).

- Качество клубней: Отмечалось повышение выхода товарных клубней (до 94%), их выравненность и улучшение товарного вида. Сочетание точного полива и фертигации обеспечивало сбалансированное питание, что положительно сказалось на содержании витаминов и сухих веществ.

- Водопотребление и эффективность использования воды: Оросительная норма при капельном поливе составила 2500-2800 м³/га, что на 30-35% меньше, чем при дождевании для получения сопоставимого урожая. Коэффициент водопользования (урожай на единицу затраченной воды) был значительно выше. Авторы особо подчеркивают возможность автоматизации процесса и экономию трудовых ресурсов.

- Экономический аспект: Несмотря на более высокие первоначальные капиталовложения в систему капельного орошения, ее применение окупалось за 2-3 сезона за счет экономии воды и электроэнергии, снижения затрат на защиту растений (более локальное внесение средств) и значительного увеличения выручки от реализации продукции более высокого уровня качества.

Проведенный анализ двух исследований позволяет наглядно сравнить две технологии.

Таблица 1 – Сравнение способов полива по выборочным критериям

Критерий	Дождевание (по данным Петрова И.С. и др.)	Капельное орошение (по данным Козлова В.П. и др.)
Урожайность, т/га	32,5 – 33,1 (максимум)	42,8 (при сопоставимом фоне)
Оросительная норма, м ³ /га	~3800	2500 – 2800 (снижение на 30-35%)
Коэфф. Водопользования	Ниже	Выше (более эффективное использование воды)
Качество клубней	Высокое при оптимальном режиме	Очень высокое, стабильное, выравненное
Влияние на фитосанитарную обстановку	Может провоцировать болезни листового аппарата (фитофтороз)	Листовой аппарат остается сухим, снижается риск болезней; возможна точечная химобработка
Затраты на систему	Относительно ниже	Высокие первоначальные капиталовложения
Требования к воде	Менее строгие (допустима более мутная вода)	Требуется качественная фильтрация воды
Гибкость (фертигация)	Ограниченная	Высокая (точное внесение удобрений и препаратов)

Обсуждение показывает, что дождевание, являясь проверенной и менее капиталоемкой технологией, продолжает играть важную роль, особенно в крупных хозяйствах с большими ровными массивами. Его основными недостатками в условиях юга России являются высокие непроизводительные потери воды на испарение и менее эффективное ее использование растением, а также зависимость от погодных условий (ветер).

Капельное орошение демонстрирует очевидные преимущества в условиях дефицита водных ресурсов. Оно обеспечивает существенную экономию водных ресурсов (до 35%) при одновременном повышении урожайности и улучшении качества продукции. Это достигается благодаря точечной подаче воды и питательных элементов непосредственно в корневую зону, поддержанию оптимального водно-воздушного режима почвы и отсутствию смачивания листьев. Несмотря на более высокие стартовые инвестиции, система быстро окупается и является более рентабельной в среднесрочной перспективе.

Заключение

На основании анализа двух научных исследований, посвященных орошению картофеля в условиях юга России, можно сделать следующие выводы:

1. Орошение остается обязательным элементом технологии возделывания картофеля, обеспечивающим стабильную и высокую урожайность в засушливом климате региона.

2. Традиционное дождевание, при строгом соблюдении оптимального режима увлажнения, позволяет эффективно возделывать картофель, но имеет существенный недостаток в виде высоких потерь воды на испарение и менее эффективного ее использования [9,10].

3. Капельное орошение представляет собой современную, высокоэффективную и ресурсосберегающую технологию. Оно обеспечивает значительную экономию водных ресурсов (до 30-35%), существенную прибавку урожая (до 25% и более) и улучшение качества продукции за счет возможности точного управления водным и питательным режимами.

4. Основным сдерживающим фактором массового перехода на капельное орошение являются высокие первоначальные капиталовложения. Однако, учитывая тенденцию к удорожанию воды и энергоносителей, а также требования к качеству продукции, экономическая целесообразность и агроэкологическая эффективность этой технологии становятся определяющими.

5. Перспективным направлением развития гидротехнических мелиораций под картофель на юге России является постепенная модернизация существующих систем дождевания и активное внедрение систем капельного орошения, особенно на участках с дефицитом водных ресурсов [10] и при выращивании картофеля для переработки или семенных целей, где качество клубней критически важно.

Список источников

1. Петров И.С., Сидорова А.В. Влияние режимов орошения дождеванием на урожайность и качество картофеля в условиях Ростовской области // Вестник аграрной науки Дона. – 2020. – №2(50). – С. 45-52.

2. Козлов В.П., Мельникова О.Д. Продуктивность картофеля при капельном орошении и фертигации в условиях Краснодарского края // Поливное земледелие. – 2021. – №3. – С. 28-33.

3. Методические указания по проведению полевых опытов с картофелем. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. – 96 с.

4. Альтер С.Г. Мелиорация земель: учебник для вузов. – М.: КолосС, 2011. – 327 с.

5. Практика по научно-исследовательской работе : Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 35.03.11 Гидромелиорация / В. В. Пчелкин, И. В. Корнеев, О. М. Кузина [и др.]. – Москва : ООО "Издательство "Спутник+", 2023. – 102 с. – ISBN 978-5-9973-6521-9. – EDN HSFQTL.

6. Закономерности изменения элементов водного баланса зоны аэрации при поливе столовой моркови / В. В. Пчелкин, С. О. Владимиров, О. М. Кузина, Б. Хербеик // Природообустройство. – 2021. – № 5. – С. 21-30. – DOI 10.26897/1997-6011-2021-5-21-30. – EDN MZQHOI.

7. Dubenok, N. N. The influence of drip irrigation on growth of plum seedlings in central non-black soil zone of European Russia / N. N. Dubenok, A. V. Gemonov, A. V. Lebedev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 548. – Volgograd,

Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 82014. – DOI 10.1088/1755-1315/548/8/082014. – EDN TMTTRX..

8. Дубенок, Н. Н. Технология возделывания культуры моркови посевной на капельном орошении в условиях Нижнего Поволжья / Н. Н. Дубенок, Р. В. Калининченко, Р. И. Шумакова // Наука и технологии XXI века: тренды и перспективы : Сборник статей по итогам IV Профессорского форума. В 2-х томах, Москва, 27–30 сентября 2021 года. Том 2. – Москва: Общероссийская общественная организация «Российское профессорское собрание», 2021. – С. 140-147. – EDN EOKVOS.

9. Герасимов, В. О. Водобалансовые исследования и обоснование режима орошения картофеля на дерново-подзолистых почвах водораздельных площадей Московской области : специальность 06.01.02 "Мелиорация, рекультивация и охрана земель" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / В. О. Герасимов. – Москва, 2020. – 159 с. – EDN WANHEI.

10. Пчелкин, В. В. Режим орошения моркови на дерново-подзолистых почвах водораздельных территорий Московской области / В. В. Пчелкин, С. О. Владимиров // Природообустройство. – 2015. – № 5. – С. 78-82. – EDN VDZYDN.

©Житарев С.Д., Дробышева А.А., 2026

Научная статья
УДК 614.842.62

ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕ БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Алена Александровна Клименко¹,

Елена Николаевна Миркина²

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

¹Alena19003a@gmail.com,

²docentmirkina@rambler.ru

Аннотация: В статье говорится, что ключевой отраслью лесной промышленности в стране является, целлюлозно-бумажная промышленность объединяет технологические процессы получения целлюлозы, бумаги, картона и бумажно-картонных изделий. Предприятия по производству бумаги относятся к категории В по взрывопожарной и пожарной опасности. В современной практике пожаротушения на крупных объектах используются спринклерные и роботизированные системы.

Ключевые слова: вода, спринклерная система пожаротушения, роботизированные системы.

Для цитирования: Клименко А.А., Миркина Е. Н. Противопожарное водоснабжение на производстве бумажной промышленности//Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.352

Original article

FIRE-FIGHTING WATER SUPPLY IN THE PAPER INDUSTRY

**Alena Alexandrovna Klimenko¹,
Elena Nikolaevna Mirkina²**

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

¹Alena19003a@gmail.com,

²docentmirkina@rambler.ru

Annotation: The article states that the key branch of the forest industry in the country is the pulp and paper industry, which combines the technological processes of obtaining cellulose, paper, cardboard and paper and cardboard products. Paper production plants belong to category B for explosion and fire hazard. In modern fire extinguishing practice at large facilities, sprinkler and robotic systems are used.

Keywords: water, sprinkler fire extinguishing system, robotic systems.

For citation: Klimenko A.A., Mirkina E. N. Fire-fighting water supply in the paper industry//Modern problems and prospects for the development of construction, heat, gas and energy supply: Proceedings of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.352

Лесное хозяйство и лесная промышленность всегда были и остаются стратегически важным сектором экономики России. Лесной комплекс играет заметную роль в экономике нашей страны, оказывает значимое влияние на развитие регионов.

Перспективы лесной промышленности в мировом масштабе в долгосрочном периоде тоже благоприятные. Спрос на лесную продукцию и товары из древесины будет поддерживаться ростом мирового населения, глобальной зеленой повесткой. Это станет стимулировать потребность в продуктах из древесины (стройматериалах, бумаге, картоне, целлюлозе и других) и увеличение спроса на строительство деревянных домов, в том числе многоэтажных.

Ключевой отраслью лесной промышленности в стране является, целлюлозно-бумажная промышленность объединяет технологические процессы получения целлюлозы, бумаги, картона и бумажно-картонных изделий.

В России производство бумаги, обеспечивающей внутренний рынок офисной, упаковочной и санитарно-гигиенической продукцией. Мощности по производству бумаги распределены по России более равномерно. Бумагу производят в 29 регионах Р.Ф.

Основные предприятия по производству бумажной продукции сосредоточены в Республике Коми, Архангельской, Ленинградской и Нижегородской областях.

Рынок бумаги быстро растет из-за увеличения спроса на санитарно-гигиенические товары, которые стали неотъемлемой частью современного общества.

Вода для производства бумаги в РФ поступает в основном из поверхностных источников и артезианских скважин.

Крупные целлюлозно-бумажные комбинаты в РФ, расположены вблизи источников воды, что обеспечивает производство необходимым ресурсом для работы оборудования и подготовки массы.

Для производства бумажной продукции используется большое количество воды. Она необходима для изготовления пульпы, мытья производственного оборудования, генерации пара и других операций.

Качество готовой продукции и возможность получить конкурентное преимущество на рынке зависят от чистоты воды и ее минерального состава.

Для технологических нужд используется техническая вода, а современные целлюлозно-бумажные комбинаты активно используют системы оборотного водоснабжения, где вода очищается и используется повторно[2].

Предприятия по производству бумаги должны оснащаться собственными системами очистки и подготовки воды. В этом случае можно удалить из нее примеси и нормализовать химический состав так, чтобы она соответствовала действующим техническим условиям и государственным стандартам.

Предприятия по производству бумаги относятся к категории В по взрывопожарной и пожарной опасности. Повышенная пожарная опасность при производстве бумаги создает особую сложность при возникновении пожаров. Все это приводит на предприятиях к частичной остановке технологического производства.

Поэтому все технологические операции по производству бумаги требуют особого соблюдения соответствующих норм и правил [1].

Проектирование систем противопожарного водоснабжения на территории Российской Федерации регламентируется комплексом нормативных документов. Основопологающим является СП 8.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности».

Согласно действующим нормам, на территориях производственных объектов должны предусматриваться источники наружного противопожарного водоснабжения. В качестве таких источников могут использоваться наружные водопроводные сети с пожарными гидрантами, водные объекты, оборудованные для целей пожаротушения, а также пожарные резервуары и

водоемы. Выбор конкретного типа источника зависит от множества факторов, включая категорию производства по пожарной опасности, площадь предприятия и наличие централизованного водоснабжения.

Критически важным параметром является категория надежности системы водоснабжения. Системы противопожарного водоснабжения предприятий, включающие водоводы, насосные станции и резервуары противопожарного запаса воды, относятся по степени обеспеченности подачи воды к I категории.

Качество воды, предназначенной для тушения пожаров, должно соответствовать условиям эксплуатации пожарного оборудования и применяемым способам пожаротушения.

Определение расчетного расхода воды является фундаментальной задачей при проектировании систем противопожарного водоснабжения промышленных объектов. Методика расчета учитывает множество факторов, от которых зависит интенсивность и продолжительность тушения пожара. Расчетное количество одновременных пожаров на промышленном предприятии принимается в зависимости от занимаемой территории.

Продолжительность тушения пожара для расчета объема противопожарного запаса воды принимается равной трем часам. Это стандартное значение, установленное нормами и основанное на статистическом анализе реальных пожаров на производственных объектах.

Неприкосновенный противопожарный объем воды в резервуарах должен восполняться после использования в установленные сроки. Для промышленных предприятий с расходами воды на наружное пожаротушение более 20 литров в секунду время восстановления пожарного объема воды не должно превышать 36 часов для категории В.

В современной практике пожаротушения на крупных объектах используются спринклерные и роботизированные системы.

Спринклерные системы пользуются популярностью благодаря надежности, простоте конструкции и стоимости, однако они лишены главных необходимых качеств, для применения на промышленных объектах – это возможности дистанционного либо автоматического управления, диагностики и контроля во время непосредственного процесса тушения пожара [3].

Гидравлический расчет спринклерной системы пожаротушения позволяет определить рабочие показатели давления, оптимальный диаметр трубопровода и производительность линий.

Согласно ПНБ 88-2001, необходимое количество воды для тушения пожара равно:

$$Q = q \cdot \omega$$

где q – требуемая интенсивность орошения, лс/м²;

ω – площадь для расчета расхода воды, м.

По степени опасности развития пожара в зависимости от их функционального назначения и пожарной нагрузки сгораемых материалов помещение относится к 2 группе.

По ПНБ 88-2001 для данного помещения:

- требуемая интенсивность орошения J не менее $0,12 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2$;
- площадь, защищаемая одним спринклерным оросителем или легкоплавким замком $F_p 12 \text{ м}^2$;
- площадь для расчета расхода воды, раствора пенообразователя $F_{II} 240 \text{ м}^2$;
- продолжительность работы установок водяного пожаротушения $F_m 60 \text{ мин}$;
- расстояние между спринклерными оросителями или легкоплавкими замками $L_c 4 \text{ м}$.

Требуемая производительность оросителя:

$$q_p = J_p \cdot F_p$$

Требуемый коэффициент производительности оросителя:

$$K_p = q_p / \sqrt{h}$$

где h – свободный напор перед оросителем, принимается равным 5 м .

По расчетному значению требуемого коэффициента производительности принимается диаметр выходного отверстия оросителя из условия $K \geq K_p$. Принимаем $K = 0,71$, тогда диаметр выходного отверстия будет равен 15 мм .

Уточняем напор перед оросителем по формуле:

$$L = (q_p / K)^2$$

Определяем количество оросителей по формуле:

$$N_c = F_{II} / F_p$$

Скорость движения воды в системе объединенного хозяйственно-противопожарного водопровода при пожаротушении не должна превышать 3 м/с , в спринклерных.

Список источников

1. ГОСТ Р 50680-94 «Установка водяного пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294852/4294852462.pdf>
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. Кондрина Д.Е. Современные системы пожаротушения на зерноскладах / Д.Е. Кондрина, Е.Н. Миркина / Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях. Материалы IV международной научно-практической конференции. г. Саратов 2018 г. С.365-368.

© Клименко А.А., Миркина Е.Н. 2026

Научная статья
УДК 630*2; 631.6

СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ ПОДХОДЫ К МЕЛИОРАЦИИ И ВОССТАНОВЛЕНИЮ ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТОВ

Артём Александрович Кузнецов¹

Научный руководитель - Калмыкова Екатерина Сергеевна²

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

Тимирязева, г. Москва

petrovii@rgaumsha.ru

kalmukova.es@rgau-msha.ru

Аннотация. Современное понимание мелиорации и восстановления лесных ландшафтов выходит далеко за рамки лесоразведения. Эти понятия подразумевают реализацию комплекса мероприятий, направленных не только на улучшение гидрологических, почвенных и агроклиматических условий, но и на восстановление ключевых экологических функций лесных экосистем - средообразующих, средозащитных и ресурсных. Именно от полноценного функционирования этих систем зависит поддержание биологического разнообразия и устойчивости ландшафтов в целом. В связи с этим особую актуальность приобретает заблаговременный поиск и внедрение в практику современных научных подходов и методов, способных обеспечить решение этих комплексных задач.

Ключевые слова. Лесные полосы, лесовосстановление, биостимуляторы, мелиорация.

Для цитирования: Кузнецов А.А. Современные научные подходы к мелиорации и восстановлению лесных ландшафтов // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.357

Original article

MODERN SCIENTIFIC APPROACHES TO LAND RECLAMATION AND RESTORATION OF FOREST LANDSCAPES

Artem Aleksandrovich Kuznetsov¹

academic supervisor - Ekaterina Sergeevna Kalmykova²

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

petrovii@rgaumsha.ru

kalmukova.es@rgau-msha.ru

Abstract. The modern understanding of forest landscape reclamation and restoration extends far beyond afforestation. These concepts encompass a range of measures aimed not only at improving hydrological, soil, and agroclimatic conditions, but also at restoring the key ecological functions of forest ecosystems—their habitat-forming, protective, and resource-providing functions. The maintenance of biological diversity and the resilience of landscapes as a whole depends on the full functioning of these systems. Therefore, the proactive search for and practical implementation of modern scientific approaches and methods capable of addressing these complex challenges is particularly relevant.

Keywords: Forest belts, reforestation, biostimulants, land reclamation.

For citation: Kuznetsov A.A. Modern scientific approaches to land reclamation and restoration of forest landscapes // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: Proceedings of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.357

Современное восстановление лесных ландшафтов основаны на трех группах методов: лесоводственные приемы, имитирующие естественную динамику экосистем; агролесомелиоративные подходы, направленные на создание устойчивых защитных насаждений; цифровые и высокотехнологичные решения, позволяющие автоматизировать процессы мониторинга и управления.

Современные леса хвойно-широколиственной и широколиственной зон Восточной Европы в значительной степени утратили свой природный облик. Длительное антропогенное воздействие, включая вырубki, пожары и сельскохозяйственное освоение, привело к господству вторичных мелколиственных лесов и монокультуры сосны и ели [1].

«Оконная мозаика» - Преимущественно применима к хвойно-широколиственным и широколиственным лесам. Применяется на особо охраняемых природных территориях (национальные парки, природные парки, заказники и др.), различные категории защитных лесов, расположенные в пределах зоны хвойно-широколиственных лесов на Восточно-Европейской равнине. Основная суть данной концепции - создание разновозрастной мозаики лесных участков с полным набором видов деревьев, характерных для зоны хвойно-широколиственных лесов, в сочетании с лесными полянами вместо одновозрастных моnodоминантных насаждений. Дополнительно предлагается создавать «искусственные окна» (прогалины) в пологе леса. В таких окнах создаются благоприятные условия как для светолюбивых, так и для теневыносливых видов деревьев. Окна в пологе леса можно создавать, проводя группово-выборочные и котловинные рубки, кольцевание коры деревьев (возможна также инъекция арборицидов), вызывающее их усыхание, а также искусственные вывалы. [1]

Создание смешанных культур. Восстановление видового разнообразия предполагает использование полного набора видов (хвойные,

широколиственные и кустарники) [1]. Смешанные насаждения более устойчивы к ветровалам, повреждениям патогенами и насекомыми-фитофагами, а также за счет сочетания видов с поверхностной и глубокой корневой системой более полно используют почвенное плодородие [5]. Зарубежные исследования подтверждают, что смешанные посадки по сравнению с монокультурами обеспечивают более высокий уровень экосистемных услуг и биоразнообразия [2,7,8].

Использование биостимуляторов и гидрогелей. Для повышения приживаемости и роста лесных культур применяются водопоглощающие полимеры (гидрогели), способные накапливать и постепенно отдавать влагу корневой системе, что особенно актуально при создании насаждений в засушливых условиях. Одновременно используются биостимуляторы и микоризные препараты, активизирующие развитие корневых систем и улучшающие минеральное питание растений [5].

Создание защитных лесных полос. Лесные полосы выполняют важнейшие климаторегулирующие, почвозащитные и водоохранные функции, способствуют повышению урожайности сельскохозяйственных культур на защищаемых полях и сохранению биоразнообразия в агроландшафтах. При их создании ассортимент пород подбирается с учетом почвенно-гидрологических условий, а в конструкциях учитывается так называемый «опушечный эффект» - усиление роста деревьев в крайних рядах.

Агролесоводство. В последние годы во всем мире набирает популярность агролесоводство - системы землепользования, сочетающие выращивание деревьев и сельскохозяйственных культур (или животных) на одном участке. Такие системы обеспечивают 50–80% биоразнообразия естественных лесов, способствуют повышению плодородия почв, связыванию углерода и создают «страховочную сетку» для фермеров в периоды климатических потрясений. По данным ФАО, агролесоводство включено в национальные стратегии восстановления лесов более чем 40% развивающихся стран.

Фитомелиорация деградированных земель. На техногенно нарушенных территориях (карьеры, отвалы) применяются методы фитомелиорации - создание устойчивых фитоценозов из аборигенных видов-пионеров (облепиха, шиповник, ивы), способных закреплять субстрат, накапливать органическое вещество и создавать условия для последующего естественного восстановления лесной растительности. Эти подходы интегрируются с методами технической рекультивации (планировка поверхности, нанесение плодородного слоя).

Геоинформационные системы (ГИС). Современные ГИС-платформы позволяют интегрировать кадастровые данные, спутниковые снимки, результаты аэрофотосъемки и данные полевых обследований в едином цифровом пространстве. Это дает возможность эффективно планировать участки под лесовосстановление, анализировать рельеф, оценивать гидрологические условия и вести мониторинг состояния лесных культур [4,6].

Беспилотные авиационные системы (БАС). Дроны все шире применяются для аэрофотосъемки (включая мультиспектральную), создания высокоточных цифровых моделей рельефа и ортофотопланов с точностью до сантиметров. Российский опыт на Сахалине показал, что использование БАС с нейросетевым программным обеспечением позволяет эффективно обследовать труднодоступные и транспортно недоступные участки (размытые дороги, ветровалы, заросли), выявлять реальные границы лесных культур, определять породный состав, высоту и диаметры деревьев. Такой подход в разы сокращает сроки и трудозатраты по сравнению с наземными методами и исключает субъективную оценку.

Искусственный интеллект и нейросети. Программные комплексы на основе ИИ способны автоматически классифицировать растительность, выделять отдельные деревья, рассчитывать их таксационные характеристики и верифицировать границы участков лесовосстановления. Впервые в России такая технология была применена в 2025 году в Сахалинской области для оценки результатов лесовосстановления на площади более 860 га.

Прецизионное лесное хозяйство. Концепция точного (прецизионного) лесного хозяйства (precision forestry) активно развивается в мире, объединяя технологии ГИС, LiDAR, роботизированных систем и анализа больших данных. Исследования последних лет показывают, что дроны и LiDAR-технологии стали доминирующими инструментами в этой области. Однако, как отмечается в международных обзорах, сохраняется разрыв между сбором данных и их интеграцией в автоматизированные системы управления, а также сохраняется проблема старения и недостаточной подготовки кадров в лесном секторе [3].

Современные научные подходы к мелиорации и восстановлению лесных ландшафтов развиваются по трем основным направлениям. Лесоводственные методы, базирующиеся на концепции «оконной мозаики» и создании смешанных культур, позволяют формировать сложные насаждения, устойчивые к неблагоприятным факторам. Агролесомелиоративные подходы (защитные лесные полосы, агролесоводство, фитомелиорация) обеспечивают интеграцию лесных экосистем в агроландшафты и техногенно нарушенные территории. Цифровые технологии (ГИС, БАС, ИИ) создают принципиально новые возможности для планирования, мониторинга и управления процессами лесовосстановления с высоким уровнем точности и автоматизации.

Комплексное применение рассмотренных методов позволяет не только восстанавливать лесные ландшафты, но и обеспечивать выполнение ими ключевых экосистемных функций - климаторегулирующих, водоохраных и средозащитных. Дальнейшее развитие данной области требует преодоления разрыва между сбором данных и их интеграцией в автоматизированные системы управления, а также подготовки квалифицированных кадров, способных работать с новыми технологиями.

Список источников

1. Коротков В.Н. Основные концепции и методы восстановления природных лесов Восточной Европы // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2017. Vol. 2 (1). DOI: 10.21685/2500-0578-2017-1-1.
2. Щедрин В.Н., Коржов В.И., Белоусов А.А. Подходы к формированию принципов создания современных мелиоративных систем и объектов // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2020. № 3(39). С. 170–188.
3. Юрченко И.Ф. Инновационное развитие мелиорации земель на основе цифровизации и создания технологических платформ // Московский экономический журнал. 2021. № 6. DOI: 10.24411/2413-046X-2021-10333.
4. Патент № 2822774 С1 Российская Федерация, МПК А01G 25/02. Способ дистанционного управления системой капельного орошения : № 2023127531 : заявл. 26.10.2023 : опубл. 12.07.2024 / Н. Н. Дубенок, А. В. Гемонов, А. В. Лебедев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева". – EDN SIGDDM.
5. Assessing innovations for upscaling forest landscape restoration // One Earth. 2024. Vol. 7 (9). P. 1515–1528.
6. Особенности естественного лесовозобновления в условиях южной тайги на примере ельников заповедника "Кологривский лес" / С. Н. Волков, А. С. Мухин, С. А. Чистяков [и др.] // Лесохозяйственная информация. – 2021. – № 2. – С. 39-48. – DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2021.2.04. – EDN AQJJVV.
7. Дубенок, Н. Н. Влияние режимов капельного орошения на агрохимические свойства почвы и динамику питательных элементов в молодом вишневом саду / Н. Н. Дубенок, А. В. Гемонов, Е. С. Калмыкова // Плодородие. – 2025. – № 6(147). – С. 73-77. – DOI 10.25680/S19948603.2025.147.14. – EDN WSFMIA.
8. Пчелкин, В. В. Влияние водного режима дерново-подзолистых почв на их плодородие при выращивании моркови столовой / В. В. Пчелкин, С. О. Владимиров, О. М. Кузина // Природообустройство. – 2018. – № 5. – С. 92-97. – DOI 10.26897/1997-6011/2018-5-92-97. – EDN YRRVDN.

© Кузнецов А.А., 2026

ОПТИМИЗАЦИЯ ВОДНОГО РЕЖИМА ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКОВ: ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОЛИВА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Аглая Денисовна Кузьмич¹

Научный руководитель - **Калмыкова Екатерина Сергеевна**²

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

Тимирязева, г. Москва

shuvalova110217@gmail.com

kalmukova.es@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье рассматривается водный режим в питомниках как система мероприятий по искусственному увлажнению почвы, необходимая для выращивания посадочного материала. Описываются оптимальные показатели влажности почвы для различных культур, а также нормы полива в зависимости от возраста и условий выращивания растений. Подчеркивается важность поддержания водного баланса, так как недостаток влаги негативно влияет на рост, развитие и анатомическое строение растений. Представлены основные методы полива, применяемые в питомниках: дождевание, капельный полив, туманообразование и полив по бороздам, с указанием их особенностей и эффективности. Также упоминаются автоматизированные системы полива, обеспечивающие регулярное увлажнение почвы с использованием специализированного оборудования.

Ключевые слова. Методы полива, туманообразование, автоматизированные системы орошения, полив лесных питомников.

Для цитирования: Кузьмич А.Д. Оптимизация водного режима лесных питомников: применение систем автоматизированного полива для выращивания посадочного материала // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.362

Original article

OPTIMIZATION OF THE WATER REGIME OF FOREST NURSERIES: USE OF AUTOMATED IRRIGATION SYSTEMS FOR GROWING PLANTING MATERIAL

Aglaya Denisovna Kuzmich¹

academic supervisor - **Ekaterina Sergeevna Kalmykova**²,

Abstract. This article examines water management in nurseries as a system of artificial soil moisture measures necessary for growing planting material. Optimal soil moisture levels for various crops are described, as well as irrigation rates depending on the age and growing conditions of the plants. The importance of maintaining water balance is emphasized, as insufficient moisture negatively impacts plant growth, development, and anatomical structure. The main irrigation methods used in nurseries are presented: sprinkler irrigation, drip irrigation, fogging, and furrow irrigation, with their characteristics and effectiveness outlined. Automated irrigation systems that ensure regular soil moisture using specialized equipment are also mentioned.

Keywords: Irrigation methods, fogging, automated irrigation systems, forest nursery irrigation.

For citation: Kuzmich A.D. Optimization of the water regime of forest nurseries: the use of automated irrigation systems for growing planting material // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: Proceedings of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.362

Водный режим в питомниках — это система мероприятий по искусственному увлажнению почвы для выращивания посадочного материала (сеянцев, саженцев). Для большинства культур как хвойных, так и лиственных, влажность почвы должна быть на уровне 70-80 % от влагоемкости. Норма полива зависит от возраста и вида растения, для зрелых в среднем 3-6 л/м², для саженцев в теплицах до 15 л/м² в сетки, летняя норма в открытом грунте 20-25 мм (эквивалент 25 л/м²).

Нормальный уровень воды в почке очень важен, так как ее недостаток приводит к нарушению жизнедеятельности растений, негативно сказывается на их росте и анатомическом строении. Для адаптации посадочного материала крайне важны колебания почвенной влаги и увлажненность почвы.

Методы полива, применяемые в питомниках:

1. Дождевание — полив сверху, вода разбрызгивается в виде мелких капель, имитируя дождь. Является традиционным поливом для питомников. Эффективен для массовых посевов, но до 50% воды может задерживаться кроной и испаряться.

2. Капельный полив (прикорневой) — вода медленно подаётся непосредственно к корням через трубки с капельницами. Данный метод подходит для саженцев, позволяет экономить воду (до 30-50%).

3. Туманообразование (аэрозольное орошение) — вода выпускается под высоким или низким давлением это оборудование, распыляющее воду под

высоким (до 60-70 атм) или низким давлением через специальные форсунки, создавая мелкодисперсный туман (капли 5–15 микрон). Это позволяет снизить температуру на 5–10°C, повысить влажность до оптимальных 70-90% и создать благоприятный микроклимат для роста растений. Применяется в теплицах с закрытым грунтом для укоренения зеленых черенков.

4. Полив по бороздам (поверхностный) – метод поверхностного орошения, при котором вода подается в неглубокие траншеи (борозды) между рядами растений, обеспечивая увлажнение корневой зоны при просачивании. Метод снижает поливные нормы, экономичен, подходит для пропашных культур на ровных участках [1, 2].

Системы автоматизированного полива растений — это комплексы оборудования (таймеры, контроллеры, насосы, датчики), обеспечивающие регулярное увлажнение почвы без участия человека. Для каждого из методов полива есть своя техника.

Так, для дождевания применяются дождевальные машины. Существует несколько типов:

1. Барабанные (катушечные): мобильные установки с гибким шлангом (до 500 м), наматывающимся на барабан. Оснащены мощной «пушкой», поливают участки любой формы. Отличаются простотой, высокой производительностью и мобильностью.

2. Круговые (циркулярные): многоопорные конструкции, вращающиеся вокруг центральной башни, часто используются для полей площадью 50-100 гектаров. Современные модели (например, «Фрегат») автоматизированы и могут работать на уклонах.

3. Фронтальные: трубопровод на колесах, перемещающийся по полю поперек, подходит для прямоугольных участков.

4. Навесные (дождевательные агрегаты): навешиваются на трактор, работают в движении.

Преимущество дождевательных машин в равномерном распределении воды, универсальности и мобильности, адаптации к рельефу и снижении температуры воздуха и почвы благодаря распылению воды. Состоит дождевальная машина из насосной станции (источник напора), водопроводящего трубопровода, опорных тележек с приводом (колесами) и дождевательных аппаратов (спринклеров/форсунок). Так же дождевание может осуществляться с помощью Спринклерных систем – автоматических установок из труб, проложенных стационарно, с установленными разбрызгивателями, включающимися автоматически или вручную. Другой способ дождевания – переносные дождевательные установки, они представляют из себя разборные трубопроводы с насадками, которые переставляются вручную по участку [3, 4,10].

Система капельного полива состоит из магистральной трубы, капельных линий (трубок или лент) и капельниц, работающих от насоса или самотеком из емкости.

Способы организации капельного полива деревьев:

1. Наземная укладка: трубы со встроенными капельницами (обычно шаг 50-100 см) укладываются вокруг ствола дерева. Для деревьев лучше использовать жесткую трубку, а не тонкую ленту.

2. Использование наружных капельниц: к магистральной трубе подключаются гибкие микротрубки, которые подводятся к прикорневой зоне и фиксируются форсунками, что позволяет точнее регулировать вылив.

3. Кольцевой полив: вокруг дерева укладывается замкнутый контур (кольцо) из трубы, что обеспечивает равномерное увлажнение корней со всех сторон.

4. Подпочвенный полив: трубы закапываются в землю на глубину до 40 см, что исключает испарение и обеспечивает подачу воды прямо к глубоким корням. [5]

Туманообразование или же аэрозольный полив производится благодаря форсуночным системам. Они работают благодаря насосу высокого давления (до 70–100 бар), который подаёт воду к тонким форсункам, которые разбивают её на мелкодисперсную пыль (аэрозоль). Их преимущества – высокая энергоэффективность и возможность адиабатического охлаждения воздуха (за счет испарения воды).

Так же применяют пневматические системы. В них используют смесь воды и сжатого воздуха для создания мельчайшего тумана, который необходим для укоренения черенков, поддержания высокой влажности и снижения температуры в теплицах. Мелкодисперсный туман обеспечивает равномерное покрытие без переувлажнения почвы. Ключевые компоненты пневматической части системы полива включают:

- Компрессор: источник сжатого воздуха.
- Система подготовки воздуха: фильтры и осушители для предотвращения попадания влаги и примесей в управляющие клапаны.
- Пневматические клапаны и регуляторы давления: используются для точного контроля потока воды и воздуха.
- Воздушные клапаны (воздухоотводчики): устанавливаются в гидравлических линиях для автоматического удаления воздуха при заполнении системы водой.

Следующие системы для создания тумана – дисковые системы. Это оборудование, создающее мелкодисперсный туман без использования форсунок и высокого давления. Принцип работы: вода подаётся через насос на вращающийся с высокой скоростью диск. Центробежная сила распределяет воду тонкой пленкой к краям диска. Поток воздуха от встроенного вентилятора разбивает капли на мельчайшую взвесь, превращая их в туман.

Основные особенности метода заключаются в бесфорсуночной конструкции, автономности (часто выпускаются в виде мобильных модулей с баком для воды) и охлаждении (за счет испарения температура может снижаться на 5-15°C).

Последний рассмотренный способ туманообразования – ультразвуковые туманообразователи. Это устройства, которые создают туман с помощью высокочастотных вибраций пьезоэлектрического элемента.

В основе работы лежит пьезоэлемент (кристалл), который вибрирует с ультразвуковой частотой. Когда вода из резервуара попадает на его поверхность, эти вибрации разбивают ее на микроскопические капли диаметром 1-5 мкм, образуя видимый туман, который затем выдувается в воздух с помощью вентилятора.

Преимущества такого метода – это высокая эффективность увлажнения, низкое энергосбережение, бесшумная работа. [6,7]

Полив по бороздам осуществляется с помощью систем поверхностного орошения, использующих временные каналы, переносные трубопроводы (гидранты, сифоны) или поливные агрегаты для подачи воды в борозды. Он применяется для пропашных культур [10], садов и виноградников, обеспечивая увлажнение почвы по бороздам-щелям, проточным или «тупым» бороздам.

Основные системы и техника для полива по бороздам:

- Передвижные поливные трубопроводы: используются для подачи воды к бороздам с применением сифонов или закрытых систем.
- Гравитационные системы: вода течет самотеком по каналам.
- Дискретный (импульсный) полив: вода подается сериями, что экономит воду и лучше увлажняет почву.
- Бороздоделы: техника, используемая для нарезки борозд.

Для повышения эффективности используют полив через один междурядья, что снижает нормы расхода воды [8].

Список источников

1. Нео-Агрисервис: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://www.neo-agriservis.ru> (дата обращения: 18.02.2026). – Текст: электронный.
2. Демина Н. К вопросу о поливе в лесных питомниках открытого грунта в таежной зоне европейской части России / Н. Демина, О. Тюкавина, В. Воронин, Е. Наквасина, К. Михайлов, Е. Романов. – текст электронный // Издательский Дом Цифра: интернет- портал. – URL: <https://jae.cifra.science/> (дата обращения 18.02.2026)
3. Дубенок, Н. Н. Влияние режимов капельного орошения на агрохимические свойства почвы и динамику питательных элементов в молодом вишневом саду / Н. Н. Дубенок, А. В. Гемонов, Е. С. Калмыкова // Плодородие. – 2025. – № 6(147). – С. 73-77. – DOI 10.25680/S19948603.2025.147.14. – EDN WFSMIA.
4. Балабанов В.И. дождевальные машины: учебно-методическое пособие / В. И. Балабанов, Н. Б, Мартынова, А. А. Макаров. – Москва, 2021 – URL:

<https://elib.timacad.ru/dl/full/s05032022dogdmash.pdf/download/s05032022dogdmas h.pdf> (дата обращения: 18.02.2026)

5. Единый центр мелиорации: сайт. – URL: <https://ecm26.ru/> (дата обращения 18.02.2026). – Текст: электронный.

6. Патент № 2822774 С1 Российская Федерация, МПК А01G 25/02. Способ дистанционного управления системой капельного орошения : № 2023127531 : заявл. 26.10.2023 : опубл. 12.07.2024 / Н. Н. Дубенок, А. В. Гемонов, А. В. Лебедев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева". – EDN SIGDDM.

7. Системы тумана: назначение и принцип работы: сайт. – URL: <https://avtopoliv.com.ua/ru/systemy-tumanu-pryznachennia-ta-pryntsyyp-roboty/> (дата обращения 19.02.2026). – Текст: электронный.

8. Виды и принцип работы генераторов тумана: сайт. – URL: <https://mistsystems.ru/poleznye-stati-o-tumanoobrazovanii/> (дата обращения 19.02.2026). – Текст: электронный.

9. Полив сельскохозяйственных культур по бороздам: сайт. – URL: <https://www.cawater-info.net/best-practices/ru/base/marker/70> (дата обращения 19.02.2026). – Текст: электронный.

10. Пчелкин, В. В. Режим орошения моркови на дерново-подзолистых почвах водораздельных территорий Московской области / В. В. Пчелкин, С. О. Владимиров // Природообустройство. – 2015. – № 5. – С. 78-82. – EDN VDZYDN.

11. Dubenok, N. N. Drip irrigation impact on cherry fruit quality and biochemical composition / N. N. Dubenok, A. V. Gemonov, E. S. Kalmykova // BIO Web of Conferences. – 2025. – Vol. 194. – P. 01031. – DOI 10.1051/bioconf/202519401031. – EDN HPFQZF.

© Кузьмич А.Д., 2026

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАЩИТЫ РЫБ НА ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЯХ ДЛЯ НУЖД ЭНЕРГЕТИКИ

**Яна Анатольевна Куликова¹,
Алексей Владимирович Кравчук²,
Денис Николаевич Новиков³**

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

¹ kulikova.ya@mail.ru

² aleks100sgau@yandex.ru

³ dnn.303@gmail.com

Аннотация. В статье приводится обзорная информация о комплексном рыбозащитном устройстве электрического воздействия для обеспечения защиты рыб на водозаборных сооружениях для нужд энергетики, включая его составные элементы, некоторые варианты компоновки и примеры использования.

Ключевые слова: защита рыб, водозаборное сооружение, рыбозащитное сооружение, рыбозащитное устройство, комплексное рыбозащитное устройство электрического воздействия, система электронная программируемая.

Для цитирования: Куликова Я.А., Кравчук А.В., Новиков Д.Н. Обеспечение защиты рыб на водозаборных сооружениях для нужд энергетики// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.368

Original article

FISH PROTECTION AT WATER INTAKE STRUCTURES FOR ENERGY PURPOSES

**Yana Anatolyevna Kulikova¹,
Alexey Vladimirovich Kravchuk²,
Denis Nikolaevich Novikov³**

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

¹ kulikova.ya@mail.ru

² aleks100sgau@yandex.ru

³ dnn.303@gmail.com

Annotation. The article provides an overview of a complex fish protection facility of electric impact to ensure fish protection at water intake structures for hydropower needs, including its constituent elements, some layout options, and examples of use.

Keywords: fish protection, water intake structure, fish protection structure, fish protection facility, complex fish protection facility of electric impact, electronic programmable system.

For citation: Kulikova Ia.A., Kravchuk A.V., Novikov D.N. Fish Protection at Water Intake Facilities for Energy Purposes // Modern Problems and Prospects of Construction, Heating, Gas Supply, and Energy Supply: Proceedings of the 16th National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026, p.368

Осуществление водопользования для нужд энергетики оказывает негативное воздействие на водные биологические ресурсы (ВБР) и среду их обитания.

Для снижения негативного воздействия, наносимого водным биоресурсам и среде их обитания при отборе воды водозаборными сооружениями энергетического назначения из водных объектов рыбохозяйственного значения, законодательством Российской Федерации [1,2,8,10] предусмотрено проведение мер по сохранению ВБР и среды их обитания, в том числе установка эффективных рыбозащитных сооружений (РЗС) и устройств (РЗУ).

При осуществлении водопользования основным фактором негативного воздействия на водные биоресурсы является гибель рыб и их кормовых организмов в объемах воды, забираемой гидротехническим сооружением.

Для предотвращения попадания и гибели рыб в водозаборных сооружениях необходимо использовать эффективные рыбозащитные сооружения и устройства.

От показателя эффективности работы рыбозащитных сооружений и устройств напрямую зависит величина негативного воздействия, наносимого ВБР и среде их обитания, и, соответственно, размер и стоимость проведения компенсационных мероприятий по его устранению, т.е. чем выше показатель эффективности РЗС и РЗУ, тем ниже размер наносимого негативного воздействия и затрат водопользователей на его устранение.

В связи с этим вопрос применения эффективных рыбозащитных устройств и сооружений является актуальным.

Отечественный и зарубежный опыт разработки и применения рыбозащитных сооружений и устройств для защиты рыб от попадания в гидротехнические сооружения и (или) устройства забора воды и отведения их в жизнеспособном состоянии в безопасное место водного объекта рыбохозяйственного значения очень обширен [3-7; 9].

Из всего разнообразия рыбозащитных сооружений и устройств можно выделить комплексные рыбозащитные сооружения и устройства, основанные

на комбинации использования различных способов рыбозащиты, обеспечивающих комплексную защиту рыб.

К таким устройствам относится комплексное рыбозащитное устройство электрического воздействия (КРУЭВ), эффективность работы которого основана на комплексном использовании физического и поведенческого принципов рыбозащиты, что способствует обеспечению защиты рыб от попадания в водоприёмник гидротехнического сооружения и отведению рыб от КРУЭВ и гидротехнического сооружения в безопасное место водного объекта.

КРУЭВ базируется на сочетании работы электрического поля, создаваемого системой электронной программируемой (СЭПРО КРУЭВ), с одним или несколькими элементами:

- водонепроницаемый экран КРУЭВ (горизонтальная, вертикальная, наклонная стенка, перекрытие), отсекающий необходимый горизонт (как правило, верхний) и (или) створ водного объекта, где обитает основная масса молоди рыб, препятствует их попаданию в водоприемник и обеспечивает отведение рыб из зоны действия гидротехнического сооружения;

- водопроницаемый экран КРУЭВ (двухконтурный, жалюзийный, сетчатый, перфорированный, фильтрующий, щелевой и другие экраны), предотвращающий попадание рыб в водоприемник и обеспечивающий отведение рыб от КРУЭВ и водоприемника;

система потокообразователей или эжекционных устройств КРУЭВ, формирующая направленный транзитный поток со скоростями, превышающими сносящие скорости для защищаемых рыб, обеспечивающий принудительное отведение молоди рыб от КРУЭВ и водоприемника;

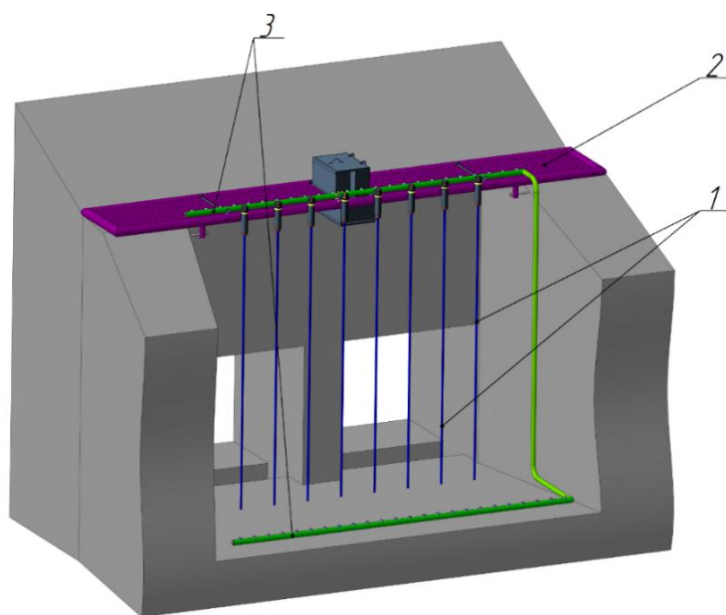
- система электронная программируемая СЭПРО КРУЭВ, перекрывающая, как правило, нижний горизонт потока, где обитает рыба более крупного размера, создаёт бегущее вдоль системы электродов сильное (с большей напряжённостью) катодное поле, ориентирующее рыб от водозабора, и слабое (с меньшей напряжённостью) анодное поле, не оказывающее на рыб привлекающего действия. Параметры импульсного поля, создаваемого системой электронной программируемой СЭПРО КРУЭВ, (прямоугольная форма импульсов, амплитуда, длительность, частота, порядок подачи импульсов), обеспечивают эффективную защиту рыб, вызывая у них реакцию испуга и самостоятельного ухода от КРУЭВ и водоприемника в безопасное место водного объекта и (или) в верхние слои потока в зону действия водонепроницаемого / водопроницаемого экрана КРУЭВ;

- рыбоотвод, обеспечивающий при необходимости принудительное отведение рыб от КРУЭВ и водоприемника в безопасное место водного объекта;

- сороудерживающая запань КРУЭВ, при необходимости снижающая вероятность попадания мусора и засорения рабочих элементов КРУЭВ.

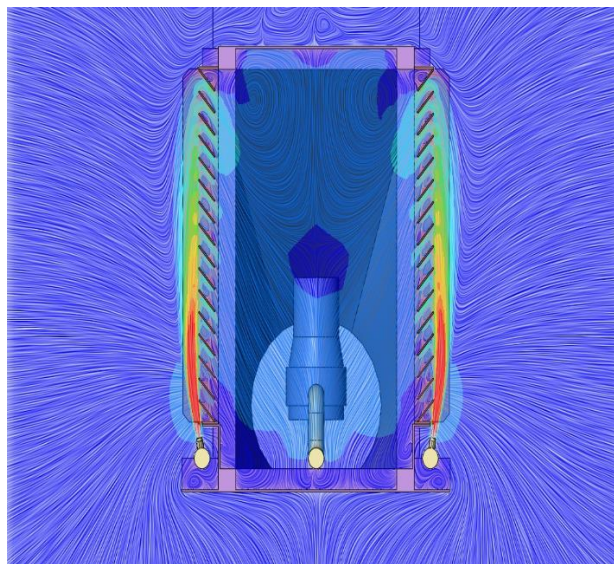
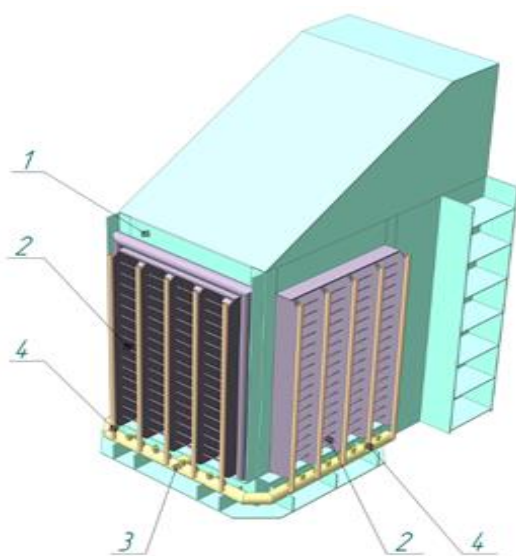
На настоящий момент существует большое многообразие конструктивного исполнения КРУЭВ в зависимости от конкретных условий

эксплуатации и конструктивных особенностей каждого конкретного объекта (рисунок 1-3).



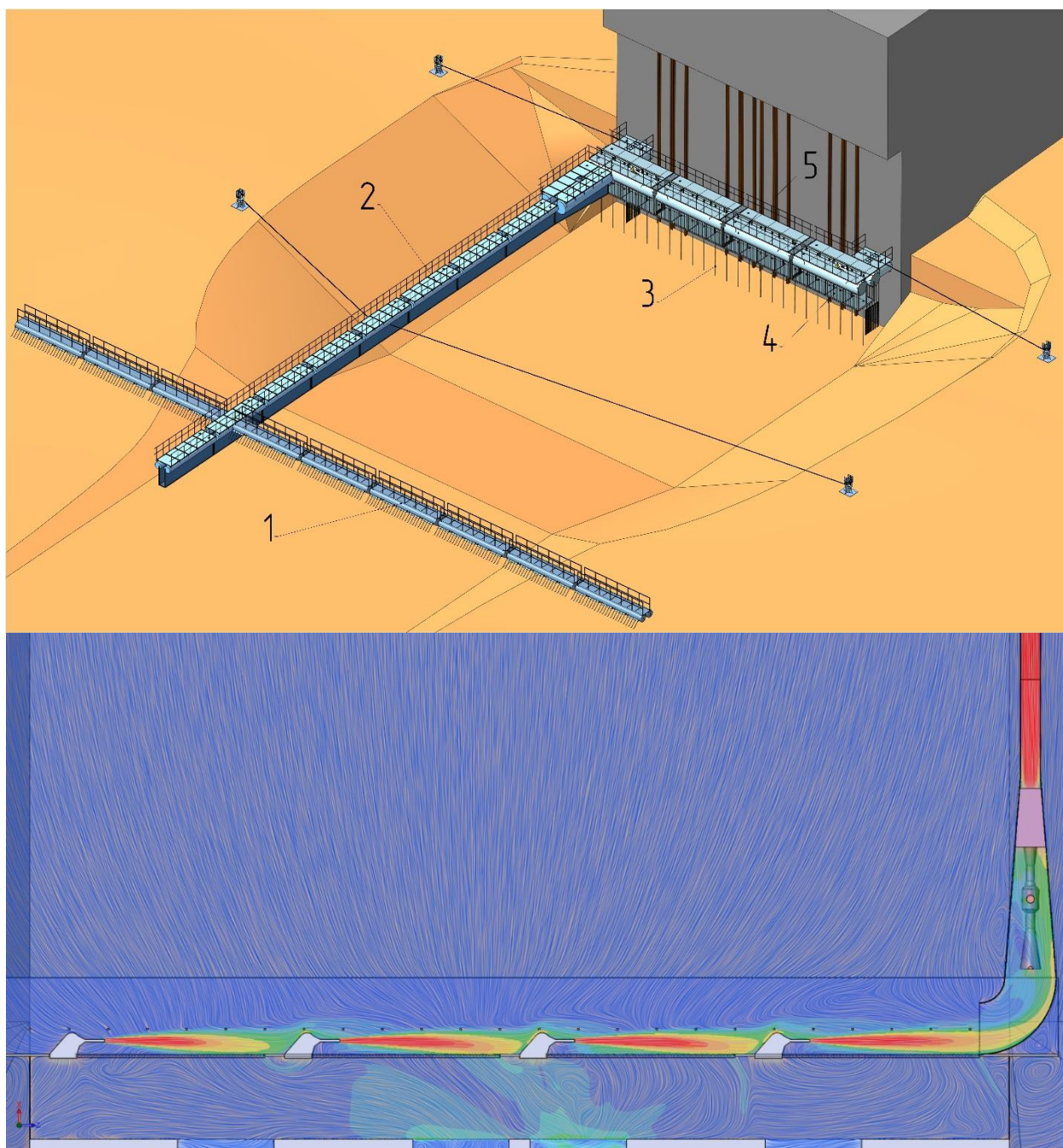
1– система электродов; 2 – водонепроницаемый экран; 3 – потокообразователь

Рисунок 1 – Комплексное рыбозащитное устройство электрического воздействия, разработанное для водоприёмника Акуловской ГЭС



1 – каркас; 2 – водонепроницаемый двухконтурный экран; 3 – потокообразователь;
4 – насос; 5 – система электродов

Рисунок 2 – Схема комплексного рыбозащитного устройства электрического воздействия для водоприёмника Новосибирской ГЭС



1 – сороудерживающая запань; 2 – рыбоотвод; 3 – система электродов;
4 – система эжекционных устройств; 5 – модуль с водопроницаемым и водонепроницаемым экранами

Рисунок 3 – Схема КРУЭВ для водоприёмника Камчатской ТЭЦ-2

Окончательные компоновка, состав и место расположения рыбозащитного устройства или сооружения выбираются индивидуально для каждого конкретного гидротехнического сооружения на основе данных о конструкции, технических характеристиках водоприемника, ихтиологической, гидрологической ситуации водного объекта.

К особенностям применения комплексных рыбозащитных устройств электрического воздействия КРУЭВ следует отнести возможность применения

в водоемах и водотоках при наличии или отсутствии транзитного течения водного объекта. Также необходимо отметить многокомпонентность устройства с присущими особенностями входящих в его состав элементов.

В настоящее время комплексные рыбозащитные устройства электрического воздействия установлены и запроектированы на многих объектах энергетической промышленности, мелиоративного и коммунально-хозяйственного назначения, в том числе гидроэлектростанциях, атомных электростанциях, тепловых электростанциях, водозаборах оросительных систем и т.д.

Для объектов энергетики КРУЭВ установлены и запроектированы на гидротехнических сооружениях Южноуральской ГРЭС-2, Челябинская область, ПГУ-450 МВт Уренгойской ГРЭС, ПРТЭЦ Уренгойской ГРЭС, Ямало-Ненецкий автономный округ, Кармановской ГРЭС, Республика Башкортостан, Пермской ГРЭС, Пермский край, Харанорской ГРЭС, Забайкальский край, Акуловской ГЭС, Московская область, Красноярская ГРЭС-2, Красноярский край, Новосибирской ГЭС, Новосибирская область, Барсучковской малой ГЭС, Горько-Балковской, Просьянской малых ГЭС и Невинномысской ГРЭС, Ставропольский край, Красногорской малой ГЭС-1, ГЭС-2 и ГАЭС Каскада Кубанских ГЭС, Карачаево-Черкесская Республика, МГЭС «Белопорожская ГЭС-1» и МГЭС «Белопорожская ГЭС-2», Республика Карелия, Дельтового канала Каргалинского гидроузла, Республика Дагестан, Камчатской ТЭЦ-2, Камчатский край, Кировской ТЭЦ-3, Кировская область, Западно-Сибирской ТЭЦ, Кемеровская область и других.

Список источников

1. Водный кодекс Российской Федерации с изменениями и дополнениями на 2025 год. – Москва: Эксмо, 2025. – 64 с.
2. ГОСТ Р 56828.34-2017 Национальный стандарт Российской Федерации. Наилучшие доступные технологии. Ресурсосбережение. Методология принятия управленческих решений для сохранения водных биоресурсов и среды их обитания. – Москва, Стандратинформ, 2019. – 50 с.
3. Иванов А.В. Справочник по рыбозащите для работников органов рыбоохраны. М., 2005. – 227 с.
4. Малеванчик Б.С., Никоноров И.В. Рыбопропускные и рыбозащитные сооружения. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 256 с.
5. Михеев П.А. Рыбозащитные сооружения и устройства. М.: Издательство «Рома», 2000. 405 с.
6. Павлов Д.С., Пахоруков А.М. Биологические основы защиты рыб от попадания в водозаборные сооружения. М. Лег. и пищ. пром-сть. 1983. 264 с.
7. Павлов Д.С., Скоробогатов М.А. Миграции рыб в зарегулированных реках. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2014. 413 с.
8. Постановление Правительства РФ от 29 мая 2025 г. № 785 «Об утверждении Положения о мерах по сохранению водных биологических

ресурсов и среды их обитания». – Собрание законодательства Российской Федерации от 02.06.2025 г. № 22 (ч. I) ст. 2902.

9. Рипинский И.И. Рыбозащитные устройства для водозаборных сооружений. М.: Ассоциация гидроэкологов СССР п/о «Совинтервод», 1991. 205 с.

10. Федеральный закон от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов». – Собрание законодательства Российской Федерации от 27 декабря 2004 г. № 52 (часть I) ст. 5270.

© Куликова Я.А., Кравчук А.В., Новиков Д.Н., 2026

Научная статья
УДК 626.8

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОМЕЛИОРАЦИИ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

Анастасия Андреевна Максен ¹,
Александра Викторовна Буклакова ²,
Мария Сергеевна Карпенко ³

^{1,2,3} Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина,
г. Краснодар, Россия

¹anastasiamaxsen@gmail.com

²bsasha14102005@gmail.com

³Arkadiam2002@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются современные проблемы развития гидромелиорации в Краснодарском крае как одном из аграрных регионов России. Анализ состояния ирригационной инфраструктуры и мелиорированных земель выявил экологические и экономические проблемы, влияющие на рациональное функционирование мелиоративного комплекса, включая дефицит водных ресурсов, засоление почв, износ гидротехнических сооружений и низкую эффективность водопользования.

Ключевые слова: гидромелиорация, орошение, водные ресурсы, засоление почв, ирригационные системы, аграрное производство, экологические проблемы.

Для цитирования: Максен А.А., Буклакова А.В., Карпенко М.С. Актуальные проблемы гидромелиорации в Краснодарском крае // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XV Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. С.374

Original article

TOPICAL PROBLEMS OF WATER RECLAMATION IN KRASNODAR TERRITORY

Anastasia Andreevna Maxen ¹,
Alexander Viktorovna Buklakov²,
Maria Sergeevna Karpenko ³

^{1,2,3} Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

¹anastasiamaxen@gmail.com

²bsasha14102005@gmail.com

³Arkadiam2002@gmail.com

Abstract. The article examines the modern problems of the development of waterworks in the Krasnodar Territory as one of the agrarian regions of Russia. An analysis of the state of irrigation infrastructure and reclaimed land revealed environmental and economic problems affecting the rational functioning of the reclamation complex, including water scarcity, soil salinization, deterioration of hydraulic structures and low water use efficiency.

Key words: irrigation, irrigation, water resources, soil salinization, irrigation systems, agricultural production, environmental problems.

For citation: Maksen A.A., Buklakova A.V., Karpenko M.S. Current Problems of Hydro-Melioration in the Krasnodar Territory // Modern Problems and Prospects of Construction, Heat and Gas Supply, and Energy Supply: Proceedings of the XV National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025. P.374

Краснодарский край является одним из ведущих сельскохозяйственных регионов России, где гидромелиорация играет важнейшую роль в обеспечении устойчивого производства сельскохозяйственной продукции. Развитие орошаемого земледелия, особенно рисоводства, требует значительных объемов водных ресурсов и развитой инфраструктуры (табл. 1). [1,2,4]

Таблица 1 - Структура сельскохозяйственных угодий в Краснодарском крае

Наименование филиалов	Всего сельхозугодий, га	Зерновые культура	Овощи	Кормовые культуры	Многолетние насаждения	Прочие
Красноармейский	47090	44407	0	0	0	2683
Крымский	2408	1527	806	0	0	75
Петровско-Анастасиевский	23743	21139	55	0	0	2549
Абинский	14851,5	13703	41,4	0	0	1107,1
Северский	3720	3720	0	0	0	0
Темрюкский	2395	2218	0	0	0	177
Черноерковский	22523	22163	0	0	0	360
Новокубанский	3010	1957	345	0	55	653
Краснодарский	6838,8	3115	1390	1450	175,8	708

Тихорецкий	1120	750	0	0	0	370
Калининский	17659	13415	3776	0	0	468
Анапский	0	0	0	0	0	0
Всего по краю	145358	128114	6413,4	1450	230,8	9150,1

Однако в современных условиях функционирование гидромелиоративного комплекса сопровождается рядом серьезных проблем, обусловленных как природными, так и антропогенными факторами можно рассматривать на примере реконструкции Федоровского гидроузла (рис. 1). Распределительная система, которого подает воду на несколько районов края.



Рисунок 1 Федоровский гидроузел

Ограниченность водных ресурсов и их неравномерное распределение по территории выступают существенным ограничивающим фактором. В степных районах края дефицит доступной для орошения воды ставит под сомнение возможность дальнейшего расширения мелиорируемых площадей. Вопрос о наличии свободных водных ресурсов и путях их рационального использования остаётся открытым. Его решение требует комплексного водохозяйственного анализа.

Рисоводство в крае традиционно опирается на технологию постоянного затопления чеков. Этот метод отличается высокой водоёмкостью. Краснодарский край обеспечивает значительную часть производства риса в России, однако при таком способе полива потери воды велики. Износ ирригационной инфраструктуры превышает 70%. В результате вода используется ещё менее продуктивно, а нагрузка на водные источники возрастает (рис. 2). [3,4]



Рисунок 2 – Подача воды в оросительную сеть в Красноармейском районе

В почвенном покрове орошаемых территорий фиксируется деградация, выражающаяся, в частности, в процессах вторичного засоления. На землях дельтовых районов Кубани накопление солей происходит вследствие использования минерализованных оросительных вод и подъёма уровня грунтовых вод. Засоление снижает почвенное плодородие и сужает возможности сельскохозяйственного использования угодий. Значительные площади в крае характеризуются разной степенью засоления, что создаёт реальную экологическую угрозу [1, 3].

Техническое состояние гидромелиоративных систем остаётся критическим фактором. Большинство гидротехнических сооружений (каналы, гидроузлы) построено в середине XX века и требует модернизации. Износ этих объектов ведёт к потерям воды, снижению эффективности регулирования водных потоков и увеличению эксплуатационных затрат.

Гидромелиорация оказывает существенное воздействие на природные экосистемы региона. Интенсивный водоотбор изменяет гидрологический режим рек, уменьшая их экологический сток и ухудшая состояние водных экосистем. Одновременно в почвах и водных объектах аккумулируются загрязняющие вещества, что повышает экологическую нагрузку на агроландшафты.

Экономическая эффективность мелиоративных систем остаётся низкой. Высокие затраты на поддержание инфраструктуры, потери воды при транспортировке и снижение продуктивности земель вследствие деградационных процессов ограничивают рентабельность сельскохозяйственного производства [2, 4].

Решение перечисленных проблем возможно при переходе к современным ресурсосберегающим технологиям орошения. Перспективным направлением выступает внедрение систем капельного и импульсного орошения, а также

повторное использование дренажных вод (рис. 3). Эти меры позволяют сократить потери воды на 25–40% и повысить эффективность водопользования.



Рисунок 3 – Орошение дождеванием в Новокубанском районе

Модернизация гидротехнической инфраструктуры предполагает автоматизацию управления водными потоками и герметизацию каналов. Наряду с этим требуется комплекс мер, направленных на борьбу с засолением почв, — химическая мелиорация и совершенствование дренажных систем.

Развитие системы мониторинга состояния водных и земельных ресурсов признаётся необходимым условием: только при её наличии возможно своевременное выявление негативных изменений и выработка обоснованных управленческих решений [1, 3, 4].

В Краснодарском крае гидромелиорация сталкивается с рядом взаимосвязанных проблем: дефицит водных ресурсов, износ инфраструктуры, деградация почв, экологические ограничения. Решение перечисленных проблем достигается путём модернизации мелиоративных систем, внедрения инновационных технологий и рационального управления природными ресурсами. Отсутствие указанных мер делает проблематичным устойчивое развитие аграрного сектора региона.

Список источников

1. Modeling methods to assess technical condition of low-pressure earthen dams / M. A. Bandurin, V. V. Vanzha, A. S. Shishkin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Stavropol, 21–22 октября 2019 года. Vol. 488. — Stavropol, 2020. — P. 012006. — DOI 10.1088/1755-1315/488/1/012006. — EDN GTJTOC.

2. Гринь, В. Г. Способы определения технического состояния эксплуатируемых мелиоративных трубопроводов / В. Г. Гринь, В. Е. Колегов // Точки научного роста: на старте десятилетия науки и технологии : Материалы ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР

за 2022 г., Краснодар, 12 мая 2023 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 254-255. – EDN ZLDCBA.

3. Веретина, Е. А. Затраты оросительной воды при различных режимах орошения риса / Е. А. Веретина, Ю. А. Свистунов // Стратегическое развитие АПК и сельских территорий РФ в современных международных условиях : Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 70-летию Победы в Великой Отечественной Войне 1941-1945 гг, Волгоград, 03–05 февраля 2015 года / Главный редактор: А.С. Овчинников. Том 3. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2015. – С. 228-232. – EDN WGKBSH.

4. Гринь, В. Г. Влияние электрогидравлической обработки почвы на продуктивность растений риса при рассадной культуре / В. Г. Гринь, Е. А. Веретина // Научные основы стратегии развития АПК и сельских территорий в условиях ВТО : Материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 70-летию образования ВолГАУ, Волгоград, 28–30 января 2014 года. Том 4. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2014. – С. 190-193. – EDN VNAXCF.

© Максен А. А., Буклакова А.В., Карпенко М.С., 2026

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ СТРОИТЕЛЬНОГО
ВОДОПониЖЕНИЯ В РАЗНОРОДНЫХ ГРУНТАХ НА ПРИМЕРЕ
КОТЛОВАНА ПОД ЛОС ПО ОБЪЕКТУ: «СТРОИТЕЛЬСТВО И
РЕКОНСТРУКЦИЯ А.Д. М-5 «УРАЛ» В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Василиса Васильевна Малинко ¹,

Татьяна Андреевна Покрина ²,

Научный руководитель - Владимиров Станислав Олегович ³,

^{1,2,3} Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Россия

¹vasilisa.malinko.01@gmail.com,

²tatyana-Israelyan2004@yandex.ru,

³vladimirov_so@rgau-msha.ru

Аннотация. Авторами обсуждаются вопросы применения различных
методов осушения котлованов объектов на период строительства

Ключевые слова: объект капитального строительства, водопонижение
котлованов, строительный дренаж, иглофильтры, перехватывающий дренаж.

Для цитирования: Малинко В.В., Покрина Т.А. Сравнительный анализ
способов строительного водопонижения в разнородных грунтах на примере
котлована под ЛОС по объекту: «Строительство и реконструкция а.д. М-5
«Урал» в Московской области» // Современные проблемы и перспективы
развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы
XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов:
ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.380

Original article

**A COMPARATIVE ANALYSIS OF CONSTRUCTION DRAINAGE
METHODS IN DISSIMILAR SOILS USING THE EXAMPLE OF A
WASTEWATER TREATMENT PITE FOR THE CONSTRUCTION AND
RECONSTRUCTION OF THE M-5 "URAL" HIGHWAY IN THE MOSCOW
REGION**

Vasilisa Vasilevna Malinko ¹,

Tatyana Andreevna Pokrina ²

scientific supervisor - Vladimirov Stanislav Olegovich ³

^{1,2,3} Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev", Moscow, Russia

¹vasilisa.malinko.01@gmail.com,

²tatyana-Israelyan2004@yandex.ru,

³vladimirov_so@rgau-msha.ru

Annotation. The authors discuss the application of various methods for draining construction pits during the construction period.

Keywords: capital construction object, pit drainage, construction drainage, needle filters, interceptor drain.

For citation: Malinko V.V., Pokrina T.A. A comparative analysis of construction drainage methods in dissimilar soils using the example of a wastewater treatment pit for the construction and reconstruction of the M-5 "Ural" highway in the Moscow region // Current problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.380

В обводненных грунтах строительное водопонижение, входящее в комплекс работ по обеспечению безопасной разработки котлованов и производства работ, является важнейшей составляющей [3, 126] подготовительных работ. Применяемые технологии осушения котлованов и конструктивные решения обусловлены особенностями топографических, гидрологических и гидрогеологических условий прилегающей территории. В процессе проведения работ по устройству котлована применяют как правило временные технологические решения по его осушению, на весь период от начала разработки до засыпки котлована.

Системы водопонижения и контурного водоотлива должны обеспечивать своевременный отвод расчетного притока вод. Так как расход (суточный объем) может достигать значительной величины [4, 9]. Кроме того, важным аспектом дренажа является общее требование, предъявляемое к современным мелиоративным системам, в части экономичности и ресурсосбережении. Одним из наиболее популярных методов для осушения котлованов в строительный период является применение иглофильтровых установок (например, установки типа УВВ). Иглофильтры, заглубляемые вертикально в толщу обводненных грунтов и размещаемые по контуру котлована, обеспечивают понижение уровня грунтовых вод (УГВ) до необходимого уровня по всей площади осушаемого контура. При этом необходимо обеспечивать определяемый по расчету шаг установки иглофильтров, который определяется исходя из гидрогеологических условий объекта, а также глубины разработки котлована. Надежность работы иглофильтровых установок на весь период осушения котлованов обеспечивается только при строгом соблюдении технологии

установки иглофильтров, обеспечении максимально допустимого шага, отсутствии разгерметизации вакуумных шлангов и соединений.

Устройство иглофильтров по внешнему контуру котлована позволяет: работать в условиях больших глубин (по схеме многоступенчатого водопонижения), осуществлять непрерывный отвод воды в течение всего периода проведения работ в котловане, при этом в отличие от других технологических решений сохраняется возможность быстрого монтажа и демонтажа, использования при различных конфигурациях форм и размеров котлованов. Существенным недостатком технологии иглофильтровых установок является высокая стоимость производства работ, особенно в условиях отсутствия внешних источников электропитания, т.е. при возникновении необходимости использования дизель-генератора.

Альтернативным решением для систем вертикального дренажа является применение вертикальных скважин, фильтрующих колонн. Такой способ водопонижения может применяться на период эксплуатации сооружения однако, как решение на период строительства (разработки котлована) является технически сложным, трудоемким и весьма дорогостоящим мероприятием [1, 83]. К преимуществам такого вертикального дренажа можно отнести возможность применения в условиях высокой разнородности гидрогеологического сложения толщи осушаемых грунтов [7].

В качестве традиционного решения по водопонижению котлованов можно применять кольцевой дренаж, представляющий собой замкнутый или частично замкнутый контур из взаимоувязанных линейных дрен. В преимуществах кольцевого дренажа можно отметить надежное понижение уровня грунтовых вод в пределах осушаемого контура; применение кольцевого дренажа является особенно эффективным при в грунтах с высокой степенью водопроницаемости. Важным преимуществом является энергонезависимость и экономичность системы.

При осушении котлованов важно принимать в расчет не только приток грунтовых, но и поверхностных вод с прилегающей территории. При отсутствии укрепления стенок котлована (шпунтовая стенка, шпунт Ларсена), сбор и отвод поверхностных вод позволяет удерживать откосы котлована от оползания [5, 119].

При осушении отдельных сооружений возможно применение комплексных решений с применением геодрен. Такой способ широко применяется при осушении автомобильных дорог [6] в условиях постоянного водоотвода (на весь период эксплуатации), но в условиях временного строительного водопонижения не применяется.

В рамках данного исследования были рассмотрены варианты осушения (водопонижения) котлована на период строительства с применением иглофильтровой установки и перехватывающей дрены.

Особенностью данного объекта является неоднородность геологического сложения грунтов котлована, а также однонаправленность потока грунтовых

вод. Список ИГЭ (инженерно-геологических элементов) представлен на рисунке 1.

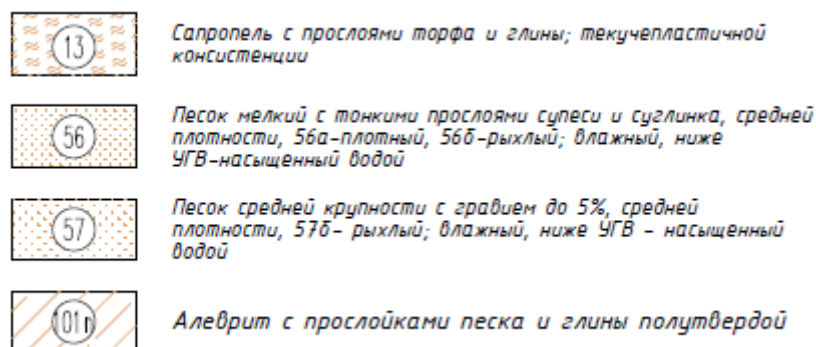


Рисунок 1 – Перечень ИГЭ, слагающих ложе котлована

На основании проведенного анализа гидрогеологического строения, а также конфигурации ложа котлована было принято решение о необходимости осуществления понижение грунтовых вод со стороны въездной ramпы котлована, а также поверхностный водоотлив для защиты от притока атмосферных вод.

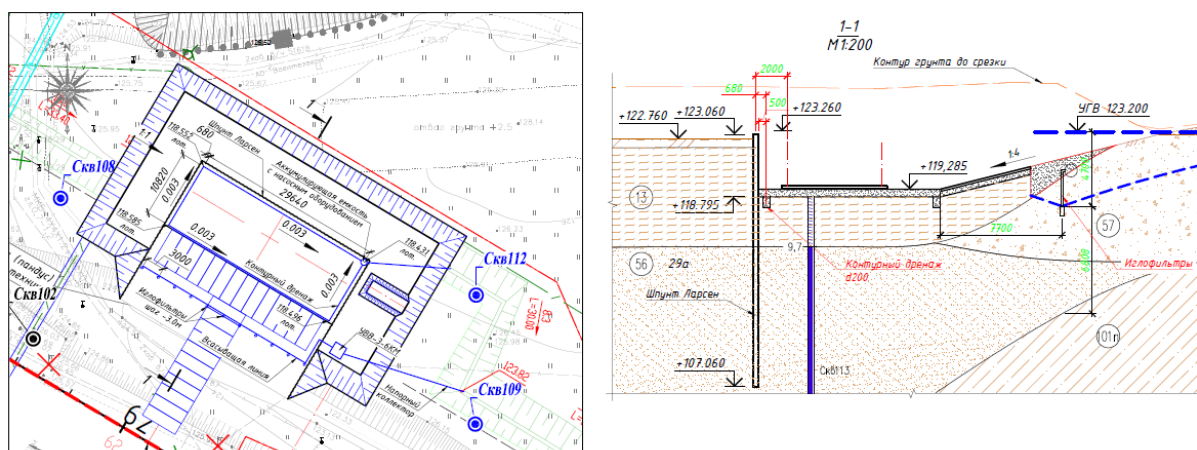


Рисунок 2 – Схема устройства водопонижения котлована с помощью иглофильтров

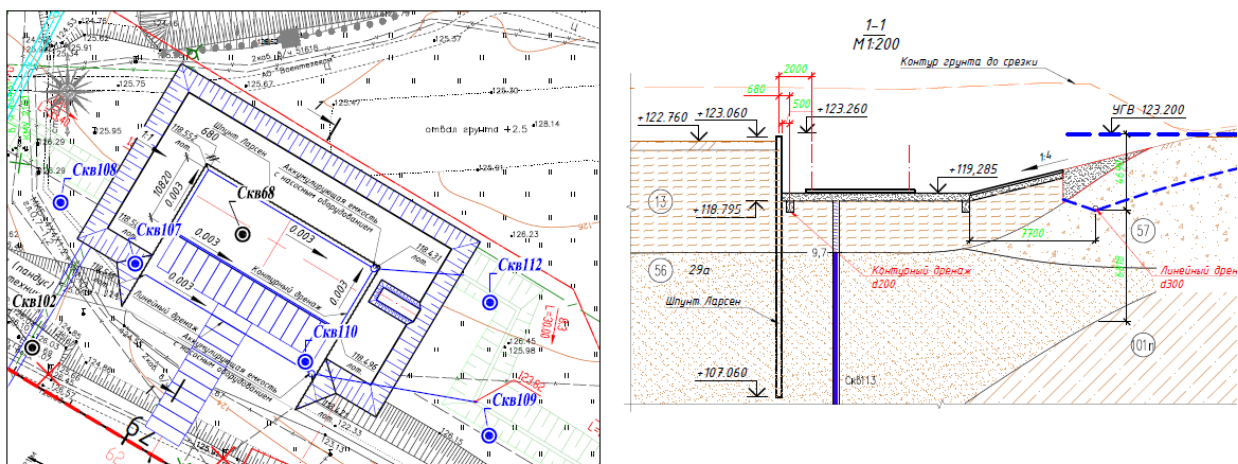


Рисунок 3 – Схема устройства водопонижения котлована с помощью перехватывающей дрены

Список источников

1. Пчелкин, В. В. Конструкция, способ строительства и метод расчета дренажа автомобильных тоннелей / В. В. Пчелкин, К. С. Семенова, С. О. Владимиров // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. – 2024. – № 3(60). – С. 82-95. – DOI 10.24866/2227-6858/2024-3/82-95. – EDN ESTVOB.
2. 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: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова", 2024. – С. 143-146. – EDN DMXQZK.
3. Пчелкин, В. В. Осушение земель поселений / В. В. Пчелкин. – Москва : «Спутник+», 2021. – 178 с. – ISBN 978-5-9973-6154-9. – EDN KWBBQR.
4. Калиниченко, Р. В. Водопонижение и водоотлив как способ предварительного осушения территории парка академика Сахарова г. Санкт-Петербурга / Р. В. Калиниченко, К. С. Семенова, О. В. Каблуков // Природообустройство. – 2022. – № 5. – С. 36-44. – DOI 10.26897/1997-6011-2022-5-36-44. – EDN YQYSMC.
5. Противозерозионные гидротехнические сооружения в агроландшафтах / Н. Н. Дубенок, В. В. Пчелкин, А. В. Лебедев [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Проспект", 2024. – 136 с. – ISBN 978-5-392-42139-8. – EDN DLUSNB.
6. Чумовицкий, В. С. Применение геотрен при осушении территорий, отводимых под автомобильные дороги / В. С. Чумовицкий, И. М. Кондратьев, Г. В. Силкин // Основы рационального природопользования : Материалы XI Национальной конференции с международным участием, Саратов, 16 октября 2025 года. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики,

биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, 2025. – С. 418-422. – EDN RBJCWW.

7. Аристова, Е. А. Аспекты применения вертикальных дренажей в сельском хозяйстве / Е. А. Аристова, А. А. Дробышева // 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. 209-212. – EDN ZUOLTS.

© Малинко В.В., Покрина Т.А., 2026

Научная статья
УДК 699.81

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Анастасия Алексеевна Меняйло¹,
Елена Николаевна Миркина²

^{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 предприятия отрасли нефтехимической промышленности являются объектами повышенной опасности. В настоящее время наиболее востребованными являются автоматизированные системы пожаротушения, которые позволяют обнаружить, локализовать и своевременно потушить пожар.

Ключевые слова: пожар, нефть, нефтепродукты, вода, сухотрубы, спринклерные установки, пенообразователь.

Для цитирования: Меняйло А.А., Миркина Е.Н. Современные системы пожаротушения на предприятиях нефтехимической промышленности // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.385

Original article

MODERN FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS IN THE PETROCHEMICAL INDUSTRY

**AnastasiaAleksееvnaMenyaylo¹,
ElenaNikolaevnaMirkina²**

^{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 enterprises in the petrochemical industry are high-risk facilities. Currently, the most popular fire extinguishing systems are automated ones, which allow for the detection, localization and timely extinguishing of fires.

Keywords: fire, oil, petroleum products, water, dry pipes, sprinkler systems, foaming agent.

For citation: Menyaylo A.A., Mirkina E. N. Modern fire extinguishing systems at petrochemical industry enterprises // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: Proceedings of the XVI National Conference with international participation – Saratov: Vavilov University, 2026, p.385

Одной из ведущих отраслей российской экономики является нефтеперерабатывающая промышленность. Она обеспечивает значительную долю мировых запасов нефти и входит в тройке лидеров по объему добычи. Отрасль включает добычу, переработку и экспорт. Ключевыми компаниями данной отрасли являются «Роснефть», «Лукойл» и «Газпром нефть». Основные месторождения расположены в Западной Сибири, а транспортировка осуществляется по развитой сети нефтепроводов.

При проектировании системы пожаротушения на предприятиях нефтеперерабатывающей промышленности необходимо знать действующие правила пожарной безопасности, которые регламентируются соответствующим законом и рядом нормативных актов. [1,2].

Перечень технологических установок на нефтеперерабатывающих предприятиях может отличаться друг от друга в зависимости от ассортимента выпускаемых нефтепродуктов и качества поступающей на переработку нефти.

В связи с быстрым развитием пожаров на нефтеперерабатывающих предприятиях применение мобильных сил и средств не может обеспечить эффективное тушение пожаров. Статистика показывает, что каждый четвертый пожар сопровождается взрывом, за которым следует горение.

Оценивать пожарную опасность технологии хранения целесообразно с помощью метода, последовательного анализа определение наличия горючей среды; образование взрывоопасных концентраций у аппаратов, работающих без каких-либо отклонений; образование взрывоопасных концентраций у аппаратов, получивших повреждение; определение причины повреждения, а также источники зажигания [3].

На современных нефтеперерабатывающих комплексах применяют многофункциональные системы специально для целей противопожарной защиты. Также используют объединенные системы водоснабжения для подачи воды на питьевые, промышленные и противопожарные нужды. Водопроводная сеть имеет две независимые нитки подземных трубопроводов.

Гидравлический расчет водопроводной сети заключается в определении гидравлических параметров подачи и распределения воды из водопроводной сети в необходимом количестве и под соответствующим напором, при наименьших затратах на строительство и эксплуатацию.

Вопросы, связанные с инновационными технологиями пожарной безопасности, приобретают сегодня особую актуальность.

В современных условиях необходимо изыскивать наиболее эффективные, экономически целесообразные и технически обоснованные способы и средства предупреждения пожаров и их ликвидации с минимальным ущербом.

В настоящее время наиболее востребованными являются автоматизированные системы пожаротушения, которые позволяют обнаружить, локализовать и своевременно потушить пожар. Такие системы пожаротушения приводятся в действие, автоматической системой подключенной к пожарной сигнализации. Такой способ срабатывания позволяет добиться максимальной эффективности и оперативности принятия решения о включении системы.

Выбор типа установки пожаротушения определяется классом пожарной опасности. При проектировании учитываются климатические условия при эксплуатации. Для районов с температурой ниже минус 40 градусов Цельсия применяются спринклерные воздушные установки или сухотрубные дренчерные системы с электрообогревом трубопроводов.

Автоматические установки пожаротушения на объектах нефтеперерабатывающих предприятиях разделяются по виду огнетушащего вещества, способу хранения и подачи, принципу действия.

По типу огнетушащего вещества системы делятся на водяные, пенные, газовые, порошковые и аэрозольные. Технологические помещения с электрооборудованием защищаются газовыми установками. Порошковые модули используются локально на участках слива-налива и насосных станциях перекачки нефтепродуктов.

На предприятиях нефтеперерабатывающих промышленности самый распространенным способом тушения пожаров является тушение водой. Попадая в зону горения, вода нагревается и испаряется, поглощая большое количество тепла. Подача воды в виде компактной струи обеспечивает ее доставку на большое расстояние. Эффективность применения компактной струи невелика, так как основная масса воды не участвует в процессе тушения.

Распыление воды существенно повышает эффективность тушения, но возрастают затраты на получение водяных капель и их доставку к очагу горения [4].

Для защиты от возгорания и охлаждения резервуаров с нефтепродуктами широко применяются сухотрубы. В основном используются автоматические

спринклерные установки водяного тушения. Спринклерные установки (водяные, воздушные и воздушно-водяные) предназначены для местного тушения и локализации пожара. Они состоят из распределительных водоводов и контрольно-сигнального клапана для присоединения к противопожарному водоводу.

Вода может оказаться малоэффективной при тушении нефтепродуктов и других горючих веществ, так как нефтепродукты и другие горючие вещества при тушении всплывают и продолжают гореть на поверхности.

Одним из наиболее применяемых и эффективных веществ является пена. Основное огнетушащее свойство пен – изолирующая способность. Она изолирует зону горения от горючих паров и газов, а также от тепла излучаемой зоной реакции. Все это способствует прекращению горения, которое приводит к потуханию.

Для тушения нефтепродуктов в резервуаре будет достаточно пенообразователя. В ходе тушения пенообразователь эффективно применяется из обычных пенных стволов, установленных на пожарных машинах.

Установки пенного пожаротушения способствует эффективному отделению горючего от кислорода, и охладить очаг возгорания. При этом значительно снижается расход воды и оперативно ограничивается продвижение пламени.

Выбор дозирующего устройства в установках пенного пожаротушения осуществляется в зависимости от конкретных особенностей защищаемого объекта, системы водоснабжения и типа установки (спринклерная или дренчерная).

В настоящее время системы дозирования пенообразователя проектируют по двум основным схемам: с заранее приготовленным раствором пенообразователя и с дозированием пенообразователя в поток воды с помощью насоса-дозатора с дозирующей шайбой или с помощью эжектора-смесителя.

В практике пожаротушения в основном применяют воздушно-механическую пену. Ее получают при помощи специальных аппаратов – пенных стволов. Раствор пенообразователя с рабочей концентрацией 2-6% может быть приготовлен заранее, либо автоматически в момент получения пены в смесителях или специальных дозаторах.

Пожароопасные свойства нефти и нефтепродуктов создают особую сложность при возникновении пожаров на нефтескладе, где хранятся огромное количество нефтепродуктов, поэтому необходимо безукоризненно соблюдать правила пожарной безопасности.

Список источников

1. Средства пожарной автоматики. Область применения. Выбор типа; Рекомендации. М.:ВНИИПО,2004 – 96 с. (Разработаны ФГУ ВНИИПО МЧС России).

2. СП 485.1311500.2020 — Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.[Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.flamax.ru/upload/%D0%A1%D0%9F%20485.1311500.2020.pdf>

3. Миркина Е.Н. Современные системы пожаротушения на автозаправочных станциях/Е.Н Миркина, О.В. Михеева, С.С. Орлова, Т.А Панкова/Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения. Материалы XIII Национальной конференции с международным участием. Саратов, 2023 г. С.232-235.

4. Безопасное пожаротушение в нефтехимической промышленности [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://controleng.ru/avtomatizatsiya-neftegazovoj-otrasli/gotv-novec-1230/>

© Меняйло А.А., Миркина Е.Н., 2026

Научная статья
УДК 614.842.62

ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ АЭРОПОРТОВ

**Елена Николаевна Миркина¹,
Ольга Валентиновна Михеева²,
Светлана Сергеевна Орлова³**

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

¹docentmirkina@rambler.ru,

²omuk@inbox.ru,

³orlovass77@mail.ru

Аннотация: В статье говорится, аэропорт представляет собой сложный транспортный комплекс, предназначенный для приема и отправки воздушных судов, пассажиров и грузоперевозок. Соответственно, на таких объектах должен проводиться комплекс мер, которые направлены на соблюдение противопожарной безопасности. Они оборудованы системой непрерывного водоснабжения для выполнения хозяйственно-питьевых и противопожарной целей.

Ключевые слова: аэропорт, аэровокзал, взлетно-посадочные полосы, вода, спринклерная система пожаротушения, дренажная система пожаротушения.

Для цитирования: Миркина Е.Н., Михеева О.В., Орлова С.С. Противопожарное водоснабжение аэропортов //Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.389

FIRE-FIGHTING WATER SUPPLY FOR AIRPORTS

**Elena Nikolaevna Mirkina¹,
Olga Valentinovna Mikheeva²,
Svetlana Sergeevna Orlova³**

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

¹docentmirkina@rambler.ru,

²omuk@inbox.ru,

³orlovass77@mail.ru

Annotation: The article states that an airport is a complex transport facility designed to receive and dispatch aircraft, passengers, and cargo. Accordingly, such facilities must implement a comprehensive set of fire safety measures. They must be equipped with a continuous water supply system for domestic and drinking water supply and fire safety purposes.

Keywords: Airport, air terminal, runways, water, sprinkler fire extinguishing system, deluge fire extinguishing system.

For citation: Mirkina E. N., Mikheeva O. V., Orlova S. S. Fire-fighting water supply for airports // Current problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: Proceedings of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.389

Особое место в транспортной системе России занимает воздушный транспорт. Широкое распространение он получил на магистральных линиях дальнего следования являясь основным перевозчиком пассажиров и грузопотока.

Аэропорт представляет собой сложный транспортный комплекс, предназначенный для приема и отправки воздушных судов, пассажиров и грузоперевозок.

Он объединяет аэродром (взлетно-посадочные полосы) и аэровокзал, технические службы, обеспечивающие безопасность и регулярность полетов.

К обеспечению пожарной безопасности аэропортов и воздушных судов предъявляются высокие требования, поскольку возникновение пожаров могут привести к человеческим жертвам. Ввиду большой площади взлетно-посадочной полосы, на каждые 60-70 метров целесообразно выводить поливочные краны. Их следует размещать на внешней стене здания. Поскольку территория аэропортов большая, то необходимо предусмотреть смотровые колодцы на протяженных участках водопроводов.

Инфраструктура аэропорта играет важную роль в обеспечении комфорта и безопасности пассажиров, которая должна обеспечивать надёжное,

бесперебойное и безопасное водоснабжение всех зон аэропорта: от помощи в уходе за самолетами до удовлетворения бытовых нужд пассажиров[1,2].

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

Аэровокзалам присвоен класс функциональной пожарной опасности Ф3.3.Соответственно, на таких объектах должен проводиться комплекс мер, которые направлены на соблюдение противопожарной безопасности.

Они оборудованы системой непрерывного водоснабжения для выполнения хозяйственно-питьевых и противопожарной целей[4].

Для обеспечения надежной работы системы здесь требуется использование насосов высокой мощности, резервуаров большого объема и правильно спроектированных трубопроводов.

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.

Противопожарное водоснабжение аэропорта представляет собой комплекс инженерных систем для обеспечения пожаротушения зданий и воздушных судов.

Наружный противопожарный водопровод представляет сеть с пожарными гидрантами, обеспечивающая доступ к воде для пожарных машин, критичная для тушения воздушных судов и зданий. Внутренний противопожарный водопровод внутри терминалов и ангаров с пожарными кранами.

Система должна работать надежно, обеспечивать высокие расходы воды и быть доступной в любое время.

В зависимости от совокупности факторов, характеризующих то или иное помещение в аэропорту, там устанавливаются разные системы тушения пожаров.

В помещениях, где выделяется большого количества тепла, а также там, где могут быть люди и нет стратегически важного оборудования, применяют спринклерные, дренчерные, системы тушения пожара.

Самым дешевым, доступным и безопасным средством пожаротушения является вода. В большинстве систем пожаротушения используется вода в виде компактных струй. Поток воды сбивает пламя и охлаждает горючее вещество. Зону горения покрывает пленка воды, пар вытесняет кислород и осаждает частицы дыма.

В целях минимизации влияния химических веществ на здоровье человека для тушения пожаров в аэропортах чаще всего используется тонкораспыленная вода, также применяются порошковые системы тушения.

В зависимости от совокупности факторов, характеризующих то или иное помещение в аэропорту, там устанавливаются разные системы тушения пожаров[3]. Водяные автоматические установки пожаротушения.

Определяется расчетный расход воды через оросителя Q л/с:

$$Q = \kappa \sqrt{H}$$

где κ – коэффициент производительности оросителя по технической документации;

H – свободный напор перед оросителем.

Определяем потери напора на расчетном участке трубопровода ΔH м:

$$\Delta H = \frac{Q^2}{B}$$

где Q – расход воды на расчетном участке трубопровода;

B – характеристика трубопровода, определяется по формуле:

$$B = \frac{K_1}{l}$$

где K_1 – коэффициент принимаемый по таблице В.2 Приложения В к СП 5.13130.2009;

l – длина расчетного участка трубопровода м.

Определяем гидравлическую характеристику ряда:

$$B_p = \frac{Q^2}{H}$$

Формула для расчета расхода воды по гидравлической характеристике ряда:

$$Q = \sqrt{B_p \cdot H}$$

Определение потери давления в водосигнальном клапане:

$$H = e \cdot Q^2$$

Определение требуемое давление водопитателя

$$P_{вп} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5$$

где P_1 – свободный напор у наиболее удаленного оросителя;

P_2 – геометрическая высота подъема воды;

P_3 – линейные потери напора в трубопроводах;

P_4 – местные потери напора в трубопроводе;

P_5 – потери напора в водосигнальном клапане.

При объединении систем ВПВ и автоматического пожаротушения время работы пожарных кранов следует принимать равным времени работы систем автоматического пожаротушения. Скорость движения воды в системе объединенного хозяйственно-противопожарного водопровода при пожаротушении не должна превышать 3 м/с, в спринклерных и дренчерных системах - 10 м/с.

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. Кондрина Д.Е. Современные системы пожаротушения на зерноскладах /Д.Е. Кондрина, Е.Н. Миркина // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях. Материалы IV международной научно-практической конференции. г. Саратов 2018 г. С.365-368.
4. Миркина Е.Н. Водоснабжение аэропортов / Е.Н. Миркина, О.В. Михеева, Т.А. Панкова // Основы рационального природопользования. Материалы XI национальной конференции с международным участием. г. Саратов, 2025 г. С.50-54.

© Миркина Е.Н., Михеева О.В., Орлова С.С., 2026

ОСОБЕННОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Илья Алексеевич Митрошенков¹

Юлия Дмитриевна Гордиенко²

Елизавета Николаевна Тришина³

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры сельскохозяйственных мелиораций - **Гемонов Александр Владимирович**⁴

^{1,2,3,4} ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева, 127434, г. Москва, Россия

¹mitroshenkov12@yandex.ru

²juliakrate@yandex.ru

³lizatrishina2004@mail.ru

⁴agemonov@yandex.ru

Аннотация: В статье рассматриваются особенности рекультивации земель, загрязненных нефтепродуктами, и их влияние на биологическую активность почв. Анализируется динамика микробиологических показателей в процессе восстановления нарушенных экосистем. Обоснована необходимость контроля биологических параметров для оценки эффективности реабилитационных работ и ускоренного восстановления плодородия.

Ключевые слова: рекультивация, биологическая активность, загрязнённые почвы, нефтепродукты.

Для цитирования: Митрошенков И.А., Гордиенко Ю.Д., Тришина Е.Н. Влияние водного режима на биологическую активность выработанного нефтяного месторождения// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавилонский университет, 2026, с .394

Original article

FEATURES OF RECLAMATION AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF SOILS CONTAMINATED WITH OIL PRODUCTS

Ilya Alekseevich Mitroshchenkov¹

Yulia Dmitrievna Gordienko²

Elizaveta Nikolaevna Trishina³

Scientific supervisor: doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agricultural Land Reclamation - **Alexander Vladimirovich Gemonov**⁴

^{1,2,3}Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 127434, Moscow, Russia

¹mitroshenkov12@yandex.ru

²juliakrate@yandex.ru

³lizatrishina2004@mail.ru

⁴agemonov@yandex.ru

Abstract: This article discusses the features of reclamation of oil-contaminated lands and their impact on the biological activity of soils. The dynamics of microbiological indicators during the restoration of disturbed ecosystems is analyzed. The necessity of monitoring biological parameters to assess the effectiveness of rehabilitation work and accelerate the restoration of fertility is substantiated.

Keywords: recultivation, biological activity, polluted soils, petroleum products.

For citation: Mitroshchenkov I.A., Gordienko Yu.D., Trishina E.N. Influence of water regime on biological activity of the developed oil field// Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National conference with international participation – Saratov: FGBOU VO Vavilov University, 2026, p.394

Введение

Экосистемы, на современном этапе развития, характеризуются возрастанием антропогенной нагрузки на все составляющие её компоненты, включая и земельные ресурсы. Искоренение и стабилизация подобных нагрузок является чрезвычайно важной задачей для нашей страны [7, 8].

Крупные аварийные разливы нефти способны приводить к экологической катастрофе на значительных территориях, вызывая необратимые изменения всех составляющих природной экосистемы, создавая негативные условия для функционирования биологических видов, включая человека.

Загрязнение нефтепродуктами вызывает глубокую деградацию почвенного покрова: приводит к истощению плодородия, критическому снижению содержания питательных веществ и нарушению баланса ключевых биогенных элементов (азота, фосфора, калия, органического углерода). Процесс естественного самоочищения таких почв протекает крайне медленно и может занимать десятилетия.

При этом традиционные методы рекультивации (такие как сжигание и захоронение) демонстрируют не только низкую эффективность, но и сопряжены с дополнительными экологическими рисками. Например, термическая обработка может генерировать вторичные токсичные загрязнители, в частности канцерогенные полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). Всё это обуславливает острую необходимость в

разработке и внедрении экологически безопасных и эффективных технологий очистки нефтезагрязненных земель.

Актуальность изучения особенностей проведения рекультивации и биологической активности почв, подвергнутых загрязнению нефтепродуктами особенно актуальна в связи с масштабами распространением подобного загрязнения в районах переработки и добычи нефти. Нефтепродукты, попадая в почву приводят к значительному ухудшению физико-химических и биологических свойств, нарушению водного режима и подавлению жизнедеятельности почвенной микрофлоры и фауны. В результате снижается плодородие почв, замедляются процессы естественного самоочищения и восстановления, а загрязнённые территории на длительное время выпадают из хозяйственного использования. Рекультивация таких земель является важнейшим природоохранным мероприятием, направленным на восстановление экологических функций почвы и её биологической активности. При этом эффективность рекультивационных работ во многом зависит от учёта особенностей нефтяного загрязнения, степени деградации почв и условий, способствующих активизации почвенных биологических процессов. Изучение взаимосвязи между методами рекультивации и биологической активностью почв позволяет обосновать наиболее результативные способы восстановления нарушенных земель, снизить экологический риск и обеспечить устойчивое использование территорий в будущем.

Целью исследования является выявление особенностей биологической активности почв при проведении рекультивации загрязненных нефтепродуктами почв.

Теоретическая часть

Ликвидация последствий нефтяного загрязнения и восстановление агроэкологического потенциала почв представляют собой комплексные научно-технические задачи. Практика аварийной ремедиации часто сопряжена с применением технологий, оказывающих вторичное негативное воздействие на экосистему, что усугубляет экологический дисбаланс. [1] Такие приемы называются рекультивацией земель.

Рекультивация земель определяется как система инженерно-технических, мелиоративных и биологических мероприятий, направленных на восстановление экологической устойчивости и продуктивности нарушенных территорий, исходя из их целевого назначения (сельскохозяйственного, лесохозяйственного, рекреационного, природоохранного) [5].

Рекультивация земель включает в себя: реализацию предпроектных (инженерно-изыскательных) и проектных работ, включающих проведение: почвенных и других полевых исследований, лабораторных анализов, картографирования; работ по снятию, селективной выемке и перемещению к местам временного складирования плодородного слоя почвы; планировку (выравнивание) поверхности, выполаживание и террасирование откосов, отвалов и бортов карьеров; нанесение на рекультивируемые земли потенциально плодородных пород и плодородного слоя; ликвидацию после

посадочных явлений; очистку рекультивируемой территории от производственных отходов; внесение химических мелиорантов, органических и минеральных удобрений, интродуцирование бактериальных препаратов; предпосевную подготовку почвы, посев семян фитомелиоративных растений; а также иные работы, предусмотренные проектом рекультивации, в зависимости от характера нарушенных земель и дальнейшего использования рекультивированных участков. [5]

Основной задачей рекультивации является не только удаление загрязнителей, но и последующее восстановление почвенной биоты, что является ключевым фактором для восстановления и повышения плодородия деградированных почв. При этом различные методы рекультивации могут быть применены в зависимости от степени и характера загрязнения, а также от целей, которые ставятся перед процессом рекультивации. К основным методам относятся физические, химические и биологические, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Физические методы включают механическое удаление загрязненной почвы, ее экскавацию и последующую утилизацию. Этот подход может быть эффективен в случае значительного загрязнения, однако он требует значительных затрат и может привести к дополнительным экологическим проблемам, связанным с утилизацией загрязненных материалов [1].

Методология исследования

Рекультивация земель, деградировавших вследствие попадания элементов и соединений, содержащих углеводороды, включает комплекс длительных (по времени производства) и технически и технологически сложных работ, направленных на восстановление продуктивности земель с учетом их дальнейшего целевого использования. На каждом загрязненном участке определяется общая площадь, степень загрязненности, длительность воздействия загрязнителя, биотоп, а также почвенные, гидрогеологические условия рекультивируемого объекта, и иные показатели, влияющие на выбор технологических решений комплекса работ технической и биологической рекультивации. Таким образом, комплекс работ по рекультивации загрязненных нефтью и нефтесодержащими веществами земель включает два основных этапа: технический и биологический [5]. Технический этап рекультивации заключается в сооружении подъездных путей к участкам, где произошла авария, локализации аварийных разливов нефти, сборе самой разлитой нефти и затем в срезке верхнего наиболее загрязненного слоя почвы. Биологический этап рекультивации представляет собой комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на восстановление, повышение и сохранение процессов почвообразования, то есть использование живых организмов (растений, микроорганизмов и животных) в качестве инструментов для ускорения процессов самовосстановления.

Существует метод восстановления почв, загрязнённых нефтью [1,2], этот подход включает три последовательных этапа. Сначала проводят подготовительные работы: почву рыхлят для улучшения доступа воздуха, при

необходимости делают дренаж и вносят специальные химические вещества и минеральные удобрения. Это помогает ускорить естественное разложение остатков нефти.

На втором этапе в почву добавляют биогумус и специальные бактерии. Эти микроорганизмы повышают устойчивость растений к токсичному воздействию загрязнителей. Завершающий этап — фитомелиорация. В почву высевают специальные травы, которые способны расти на загрязнённых участках. Их корни помогают окончательно очистить землю и восстановить её структуру.

В результате такого комплексного подхода почва очищается от нефтепродуктов и снова становится плодородной. [2]

Важную роль при рекультивации земель, загрязненных нефтепродуктами, играют условия окружающей среды: температура воздуха, влажность, погодные и климатические условия и т.д. Стоит отметить тот факт, что существующие технологии восстановления нефтезагрязненных почв рассчитаны на теплый период года, это объясняется тем, что аборигенные микроорганизмы, которые участвуют в биодеструкции углеводородов нефти активны в диапазоне температур +15 – +25°C, в северных районах период с таким диапазоном температур составляет 1,5-2 месяца [6]. С понижением температуры воздуха процессы разложения нефтепродуктов приостанавливаются. [5]

Результаты

На данном этапе развития науки и техники не существует общепринятых способов рекультивации нефтезагрязненных почв, в следствие того, что скорость биodeградации нефти зависит от уровня загрязнения, состава компонентов и почвенно-климатических условий.[1] Все используемые рекультивационные мероприятия направлены на создание оптимальных условий жизнедеятельности почвенных микроорганизмов и стимуляцию их деятельности [3, 4].

Установлено, что скорость и эффективность биodeградации нефтепродуктов существенно зависят от температурного режима и влажности почвы. В условиях умеренного и холодного климата активность аборигенных микроорганизмов ограничена коротким тёплым периодом, что снижает темпы восстановления почв и требует адаптации технологий рекультивации к региональным условиям. Это подтверждает невозможность применения универсальных схем рекультивации и необходимость индивидуального подбора мероприятий для каждого конкретного участка.

Главной особенностью всех способов проведения рекультивации нефтезагрязненных земель является то, что невозможно подобрать универсальный порядок действий при восстановлении после аварийных ситуаций. При каждой конкретной аварии выбирается наиболее подходящий существующий способ и в него уже вносятся коррективы в зависимости от рельефа, климата, территориального расположения данного разлива нефтепродуктов.

Заключение

Стоит отметить, что рекультивация почв, загрязнённых нефтепродуктами, представляет собой многоэтапный и вариативный процесс, эффективность которого напрямую определяется учётом почвенно-климатических условий, степени и давности загрязнения, а также правильным сочетанием технических и биологических мероприятий. Рассмотренная в работе методология рекультивации, включающая последовательное выполнение технического и биологического этапов, позволяет не только локализовать и удалить основную массу нефтяных загрязнителей, но и создать условия для восстановления процессов почвообразования и биологической активности почв.

Результаты анализа существующих технологий показывают, что ключевым фактором успешной рекультивации является активация аборигенной почвенной микрофлоры, способной к биodeградации углеводородов нефти. Именно на этом основаны современные подходы, предполагающие рыхление почвы, внесение минеральных удобрений и мелиорантов [10], использование биогумуса и специализированных бактериальных препаратов, а также последующий посев нефтотолерантных растений. Такой комплекс мероприятий, описанный в методологической части работы, обеспечивает ускорение процессов самоочищения почвы и постепенное восстановление её биологических функций.

Установлено, что универсального способа рекультивации нефтезагрязнённых почв не существует, что подтверждается результатами обобщения литературных данных научных исследований [9]. Скорость и полнота биodeградации нефтепродуктов существенно варьируют в зависимости от состава загрязняющих углеводородов, уровня их концентрации и внешних условий среды, прежде всего температурного режима и влажности. В связи с этим при выборе технологии рекультивации требуется индивидуальный подход к каждому загрязнённому участку с обязательной корректировкой применяемых мероприятий.

Список источников

1. Васильева Г.К. Нефть и нефтепродукты как загрязнители почв. Технология комбинированной физико-биологической очистки загрязнённых почв / Г. К. Васильева, Е. Р. Стрижакова, Е. А. Бочарникова [и др.] // Российский химический журнал. – 2013. – Т. 57, № 1. – С. 79-104. – EDN UGDOUV.
2. Патент № 2174454 С2 Российская Федерация, МПК В09С 1/10. способ рекультивации почв, загрязнённых нефтью и нефтепродуктами: № 99120937/12: заявл. 01.10.1999: опубл. 10.10.2001 / Р. К. Андресон, В. И. Кузнецов, Р. А. Фасхутдинов [и др.]; заявитель ОАО Акционерная нефтяная компания "Башнефть", ООО Научно-внедренческое предприятие "БашИнком". – EDN IGWDZQ.
3. Van Hamme J.D., Singh A., Ward O.P. Recent Advances in Petroleum Microbiol. Mol. Biol. R, 2003, v. 67, № 4, p. 503—549.

4. Вельков В.В. Биотехнология, Улан-Удэ, 23–24 апреля 2015 года / Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления. Том Выпуск 21. – Улан-Удэ: Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, 2015. – 54 с. – EDN VLBPJH.
5. Бобренко, Е. Г. Особенности рекультивации нефтезагрязненных земель на нефтегазодобывающем месторождении / Е. Г. Бобренко, Я. А. Югов // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2018. – № 3(14). – С. 4. – EDN YLHBUD.
6. Бузмаков, С. А. Восстановление земель при различных уровнях загрязнения нефтью / С. А. Бузмаков // Записки Горного института. – 2013. – Т. 203. – С. 128-132. – EDN RSEQDV.
7. Дубенок, Н. Н. Гидрологическая роль лесных насаждений малого водосборного бассейна / Н. Н. Дубенок, А. В. Лебедев, А. В. Гемонов // Российская сельскохозяйственная наука. – 2021. – № 3. – С. 3-6. – DOI 10.31857/S2500262721030017. – EDN HXOCJE.
8. Naumov, V.D. Heavy metals in sod-podzolic soils under forest stands of Moscow / V. D. Naumov, N. L. Kamennyh, A. V. Lebedev [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: conference proceedings, Krasnoyarsk, Russia, 13–14 ноября 2019 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. 421. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 62036. – DOI 10.1088/1755-1315/421/6/062036. – EDN XBRLRH.
9. Практика по научно-исследовательской работе : Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 35.03.11 Гидромелиорация / В. В. Пчелкин, И. В. Корнеев, О. М. Кузина [и др.]. – Москва : ООО "Издательство "Спутник+", 2023. – 102 с. – ISBN 978-5-9973-6521-9. – EDN HSFQTL.
10. Пчелкин, В. В. Режим орошения моркови на дерново-подзолистых почвах водораздельных территорий Московской области / В. В. Пчелкин, С. О. Владимиров // Природообустройство. – 2015. – № 5. – С. 78-82. – EDN VDZYDN.

© Митрошенков И.А., Гордиенко Ю.Д., Тришина Е.Н., 2026

НАДЕЖНОСТЬ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ

**Ольга Валентиновна Михеева¹,
Елена Николаевна Миркина²,
Татьяна Анатольевна Панкова³**

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

¹omuk@inbox.ru

²docentmirkina@rambler.ru

³vtanja@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрено понятие надёжности гидромелиоративных объектов, на примере грунтовой плотины построены графики вероятности безотказной работы и вероятности первого отказа для верхового и низового откосов плотины

Ключевые слова: надёжность, безопасная работа, первый отказ

Для цитирования: Михеева О.В., Миркина Е.Н., Панкова Т.А. Надёжность гидромелиоративных объектов// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.401

Original article

RELIABILITY OF WATER RECLAMATION FACILITIES

**Olga Valentinovna Mikheeva¹,
Elena Nikolaevna Mirkina²,
Tatyana Anatolyevna Pankova³**

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

¹omuk@inbox.ru

²docentmirkina@rambler.ru

³vtanja@mail.ru

Abstract. The article examines the concept of reliability of irrigation and drainage facilities; using an earth dam as an example, graphs of the probability of failure-free operation and the probability of the first failure for the upstream and downstream slopes of the dam are constructed.

Keywords: reliability, safe operation, first failure

For citation: Mikheeva, O.V., Mirkina, E.N., Pankova, T.A. "Reliability of Irrigation and Reclamation Facilities" in: Current Problems and Prospects for the Development of Construction, Heat, Gas, and Energy Supply: Proceedings of the XVI National Conference with International Participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.401

Гидромелиоративные объекты состоят из множества компонентов, узлов и конструкций, подверженных многочисленным нагрузкам. Надежность данной системы является сложной задачей.

Гидромелиоративные объекты считаются пригодными к эксплуатации, если они отвечают всем эксплуатационным требованиям. Если проверять все отдельные элементы системы на надежность, то задача становится сложной, трудоемкой и дорогостоящей. На примере грунтовой плотины рассмотрим понятие эксплуатационной надежности.

В процессе эксплуатации грунтовой плотины все ее компоненты подвергаются воздействию множества факторов, влияние которых проявляется в виде отклонений параметров плотины от проектных значений, возникающих в процессе эксплуатации. Иногда эти отклонения могут быть настолько значительными, что дальнейшая эксплуатация плотины становится невозможной, что приводит к отказу с точки зрения теории надежности. Отказ определяется как событие, которое нарушает рабочее состояние плотины. Для оценки эксплуатационных характеристик конструкций, помимо традиционных показателей, необходимо понимать количественную характеристику надежности. Эта характеристика должна быть установлена и рассчитана на основе анализа поведения ключевых параметров системы в процессе эксплуатации. Для современных конструктивных систем ранее используемая качественная характеристика надежности не может быть использована для рационального проектирования, конструирования и эксплуатации. Надежность определяется как способность конструкции обеспечивать и поддерживать заданные эксплуатационные характеристики в пределах установленных допусков во время эксплуатации или как способность работать без сбоев в течение определенного периода времени при определенных условиях эксплуатации.

Неэффективная работа системы приводит к простоям. Под эффективностью понимается вероятность того, что конструктивная система будет выполнять свои заданные функции. Если для оценки качества конструкции достаточно охарактеризовать ее исключительно с учетом ее работы в различных состояниях, то надежность совпадает с эффективностью. Эффективность оценивается по показателям соответствующим настоящему уровню развития науки и технологий. Для разработки критериев надежности применим функции распределения вероятностей. Для оценки надежности конструктивных элементов применим методы теории массового обслуживания и динамического программирования. Для качественной и количественной оценки надежности структурной системы необходимо располагать данными о

ее надежности, восстанавливаемости и доступности. При оценке надежности конструкции и ее составных элементов важно оценить ее надежность. Для элементов системы, которые не подлежат восстановлению в течение определенного времени, характеристики надежности конструктивной системы совпадают с ее характеристиками надежности. Под надежностью конструкции понимается вероятность того, что ее характеристики останутся в пределах нормы в течение определенного периода времени в реальных условиях эксплуатации.

Безотказную работу системы можно рассчитать по формуле:

$$P(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0} \quad (1)$$

где N_0 – число элементов в начале испытаний; $n(t)$ – число отказавших элементов за время t ; $P(t)$ – статистическая оценка, выражающая безотказность работы.

Вероятность отказа системы тогда можно определить как противоположное событие по формуле:

$$Q(t) = 1 - P(t) \quad (2)$$

Интенсивностью отказов называется отношение числа отказавших элементов в единицу времени к среднему числу элементов, исправно работающих в данном отрезке времени.

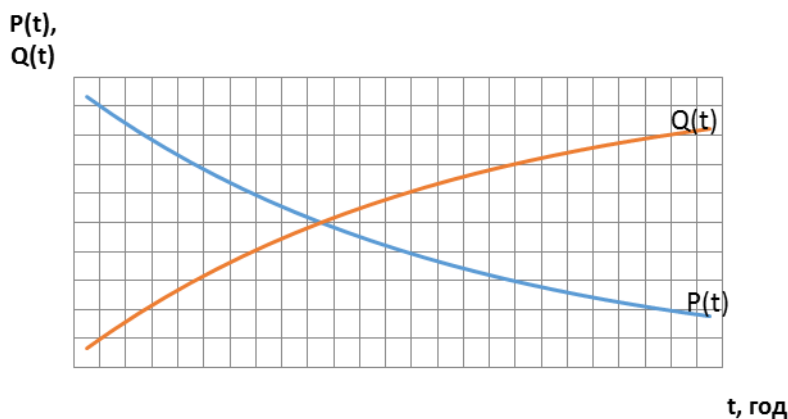
Статистическое выражение имеет вид:

$$\lambda(t) = \frac{n(\Delta t)}{N_{cp} \Delta t} \quad (3)$$

где $N_{cp} = (N_i + N_{i+1})/2$ – среднее число исправно работающих элементов в интервале Δt ; N_i – число элементов, исправно работающих в начале интервала Δt ; N_{i+1} – число элементов, исправно работающих в конце интервала Δt .

При оценке превосходства одной системы над другими вероятность отказа иногда является более удобной характеристикой. Изучение статистических данных показало, что в качестве наиболее подверженных разрушению были выбраны следующие объекты: зона поддержки верхнего склона, зона поддержки нижнего склона, зона поддержки гребня плотины, зона соединения фундамента, зона влияния верхнего течения, зона влияния нижнего течения, нижний склон и насыпь плотины. Для каждой выбранной зоны был проведен расчет надежности по формулам (2) и (3) и определены интенсивности. Для примера представлены графики безотказной работы системы и вероятности первого отказа для верхового и низового откосов грунтовой плотины.

а)



б)

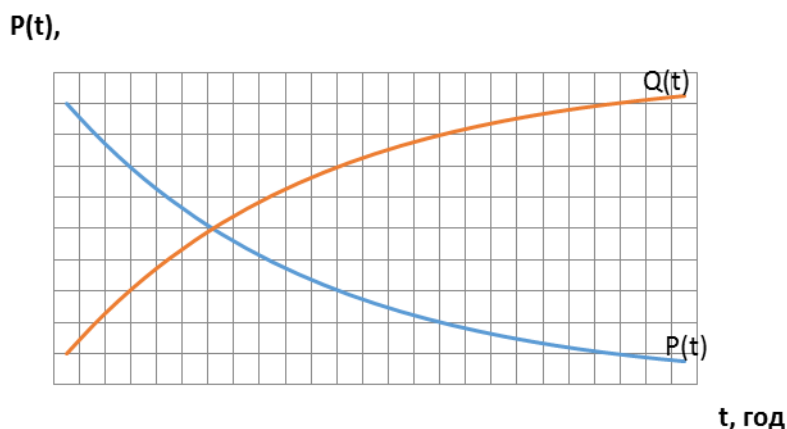


Рисунок 1 - Зависимость безотказной работы выбранной зоны плотины $P(t)$ от вероятности отказа $Q(t)$: а) крепление верхового откоса, б) крепление низового откоса

Таким образом, необходим систематический анализ причины снижения уровня безопасности гидротехнического сооружения и своевременная разработка и осуществление мероприятий по обеспечению технически исправного состояния. Анализ графиков показывает, что на основе статистических данных, можно сделать вывод о разрушение верхового откоса плотины , низового откоса , гребня и других элементов плотины.

Список источников

1. Михеева, О. В. Осмотр гидротехнических сооружений / О. В. Михеева, 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. 347-351. – EDN QNNKMJ.
2. Михеева, О. В. Критерии безопасности гидротехнических сооружений / О. В. Михеева, Е. Н. Миркина // Техногенная и природная безопасность. Медицина катастроф (SAFETY-2025): Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием,

Саратов, 16–17 октября 2025 года. – Саратов: Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского, 2025. – С. 53-56. – EDN EIXEQQ.

3. Афанасьева, Э. Р. Правила безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений / Э. Р. Афанасьева, М. А. Хамидова, О. В. Михеева // 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. 186-190. – EDN KTYDDA.

© Михеева О.В., Миркина Е.Н., Панкова Т.А. 2026

Научная статья
УДК 631.671

АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТОВ ВОДНОГО БАЛАНСА НА ПОСЕВАХ СУДАНСКОЙ ТРАВЫ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

Александр Николаевич Никишанов¹,

Роман Анатольевич Елфимов²

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

¹nikischanovan@sgau.ru

²stromanelfimov@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается вопрос водно-балансовых исследований на посевах суданской травы в условиях орошения при проведении различных режимов орошения.

Ключевые слова: элементы уравнения водного баланса, суданская трава, суммарное водопотребление, режим орошения

Для цитирования: Никишанов А.Н., Елфимов Р.А. Анализ элементов водного баланса на посевах суданской травы в условиях орошения // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием– Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С.405

Original article

ANALYSIS OF WATER BALANCE ELEMENTS IN SUDAN GRASS CROPS UNDER IRRIGATION CONDITIONS

Aleksandr Nikolaevich Nikishanov ¹,

Roman Anatolyevich Elfimov ²

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

¹nikischanovan@sgau.ru

²stromanelfimov@yandex.ru

Annotation. The article discusses the issue of water balance studies on Sudan grass crops under irrigation conditions with different irrigation regimes.

Keywords: elements of the water balance equation, Sudan grass, total water consumption, irrigation regime

For citation: Nikishanov A.N. Analysis of the elements of the water balance in Sudan grass crops under irrigation conditions // Modern Problems and Prospects of Construction, Heat and Gas Supply, and Energy Supply: Proceedings of the XVI National Conference with International Participation– Saratov: Vavilov University, 2026. P.405

Изучение и определение элементов водного баланса является обязательной задачей при проведении исследований на орошаемых землях. От точности и своевременности получения информации по отдельным элементам зависит проведение режима орошения культуры, а, следовательно, и водный режим поливного участка. Поддержание заданного водного режима непосредственно скажется на продуктивности сельскохозяйственной культуры, а, следовательно, и на окупаемости затрат, связанных с проведением мелиоративных мероприятий. Водный режим территории также непосредственно влияет и на эколого-мелиоративные проблемы, возникающие при орошении. Поэтому точное определение отдельных элементов уравнения водного баланса остаётся актуальной проблемой [1].

Суммарное водопотребление является основным расходным элементом водного баланса, поэтому многие исследователи занимались вопросом его определения. Многочисленные исследования, проведенные в различных природно-климатических зонах на множестве сельскохозяйственных культур, позволили получить огромный экспериментальный материал и предложить большое количество эмпирических формул по определению величины суммарного водопотребления. Но ни одна из предложенных формул не позволяла учитывать все многообразие природных факторов, оказывающих влияние на формирование величины эвапотранспирации [2].

Нами на протяжении многих лет исследовался водный баланс тяжелосуглинистых южных черноземов на посевах суданской травы в условиях Саратовского Заволжья при орошении. Суданская трава является ценной однолетней кормовой культурой, способной в условиях данного региона давать до четырех укосов и получить до 100 т зеленой массы при соблюдении соответствующей агротехники [3].

Величина суммарного водопотребления по периодам роста и развития растений неодинакова, и в классическом варианте постепенно увеличивается по

мере роста надземной зеленой массы культуры, достигая максимальных значений к периоду формирования урожая. Однако в конце вегетации величина суммарного водопотребления уменьшается, так как начинается процесс замедления роста культуры. Поэтому для многоукосных культур, к которым относится и суданская трава, начало замедления роста растений свидетельствует о необходимости проведения укоса для получения наиболее ценного в питательном отношении корма, а также снижения затрат на производство единицы продукции.

В наших исследованиях рассматривалось три варианта по режиму орошения суданской травы с различными нижними порогами влажности. Первым вариантом предусматривалось проведение поливов при снижении влажности почвы до величины 65-70% НВ, второй вариант - 70-75% НВ, третий вариант - 75-80% НВ. Данные по элементам водного баланса на всех вариантах в среднем за годы исследований приведены в таблице.

Таблица. Элементы водного баланса расчетного слоя почвы

Вариант опыта	Осадки		Оросительная норма		Использованные влагозапасы		Инфильтрация		Суммарное водопотребление E, мм
	мм	% E	мм	% E	мм	% E	мм	% E	
1	163	28,5	432	75,7	37	6,5	61	10,7	571
2	163	27,8	442	75,3	24	4,1	42	7,2	587
3	163	27,5	469	79,2	20	3,4	60	10,1	592

Как показывают данные исследований, основную часть в структуре суммарного водопотребления занимает оросительная норма, величина которой в среднем за годы исследований в зависимости от варианта изменялась от 75,3% до 79,2% от величины суммарного водопотребления (в отдельные годы она доходила до 90%). В целом прослеживалась тенденция: чем засушливее год, тем доля оросительной воды в общем расходе растениями возрастает.

Доля атмосферных осадков, выпадающих в течение периода вегетации, колебалась в среднем за годы исследований от 27,5% до 28,5%. Причём для данного элемента водного баланса наблюдалась обратная тенденция по сравнению с оросительной нормой - в более сухие годы доля атмосферных осадков в структуре суммарного водопотребления уменьшается, а во влажные - возрастает (по годам колебания составили от 12,5% до 47,6%).

Потери воды на инфильтрацию, в процентном отношении к величине суммарного водопотребления, в среднем за годы исследований в зависимости от варианта опыта, составили от 7,1% до 10,7% (в отдельные годы данная величина доходила до 14,1%).

Ещё более незначительна величина использованных влагозапасов. Их доля в общем количестве израсходованной воды растениями не превысила 6,5% [4].

Основной особенностью суммарного водопотребления многоукосных культур, к которым и относится суданская трава, является скачкообразный процесс изменения величины эвапотранспирации. По мере нарастания зеленой

массы происходит и рост величины среднесуточного суммарного водопотребления культуры, а после проведения укоса величина среднесуточного суммарного водопотребления резко падает и становится равной только количеству воды, испарившейся с поверхности почвы.

По укосам значения величины суммарного водопотребления суданской травы тоже несколько различаются. Самые большие величины наблюдались до проведения первого укоса, что объясняется довольно продолжительной величиной этого периода и наибольшей урожайностью. В период между первым и вторым укосом растения также расходуют значительное количество влаги, но все же несколько меньше, чем до первого укоса. Хотя наблюдались годы, когда величина суммарного водопотребления в период между первым и вторым укосом превышала суммарное водопотребление до первого укоса. Это можно объяснить только метеорологическими особенностями того года.

Суммарное водопотребление суданской травы в последующие периоды (третий и особенно четвертый укосы) значительно ниже первых двух, что легко объясняется более сложными метеорологическими условиями для роста и развития растений, которые не способствуют образованию большой надземной массы [5].

Таким образом, основными элементами, слагающими величину суммарного водопотребления, являются оросительная норма и атмосферные осадки вегетационного периода. Доля инфильтрации в структуре суммарного водопотребления составляет 10%, что является значительной величиной, и ее необходимо отдельно учитывать в уравнении водного баланса, чтобы она не позволила зависить величину суммарного водопотребления и, следовательно, увеличить объем поливной воды.

Список источников

1. Кузник И.А. Орошение в Заволжье. – Л.: Гидрометеиздат, 1979, 152 с.
2. Рекомендации по расчету испарения с поверхности суши. /Под ред. П. П. Кузьмина и С. А. Алпатьева. - Л.: Гидрометеиздат, 1976. - 95 с.
3. Халилов, Ш.А. Кормовые культуры на орошаемых землях // Саратов: Научная книга. - 2001. – 252 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. Леонтьев С.А., Никишанов А.Н. Эффективный эксплуатационный режим орошения кормовых культур в Саратовском Заволжье. В сборнике: Проблемы научного обеспечения сельскохозяйственного производства и образования. Саратов, 2008. с. 133-134.

© Никишанов А.Н., Елфимов Р.А., 2026

ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ РАБОТЫ РЫБОЗАЩИТНОГО УСТРОЙСТВА (РЗУ)

Денис Николаевич Новиков¹,
Алексей Владимирович Кравчук²,
Яна Анатольевна Куликова³

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

¹ dnn.303@gmail.com

²aleks100sgau@yandex.ru

³ kulikova.ya@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрено применение методов вычислительной гидродинамики для оценки гидравлических характеристик струереактивного рыбозащитного устройства и проверки его соответствия требованиям СП 101.13330.2023. На основе численного моделирования выявлены зоны повышенных скоростей водозаборного потока, определен критический размер защищаемой молоди и обоснована необходимость модернизации конструкции путем оснащения её потокообразователем.

Ключевые слова: рыбозащитное устройство, вычислительная гидродинамика, скорость потока, нормативные требования, молодь рыб, водозаборное сооружение.

Для цитирования: Новиков Д.Н., Кравчук А.В., Куликова Я.А. Гидродинамическое моделирование условий работы рыбозащитного устройства (РЗУ)// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.409

Original article

HYDRODYNAMIC MODELING OF FISH PROTECTION DEVICE (PSP) OPERATING CONDITIONS

Denis Nikolaevich Novikov¹,
Alexey Vladimirovich Kravchuk²,
Yana Anatolyevna Kulikova³

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

¹ dnn.303@gmail.com

²aleks100sgau@yandex.ru

Annotation. The article discusses the use of computational hydrodynamics methods to assess the hydraulic characteristics of a reactive fish protection device and verify its compliance with the requirements of SP 101.13330.2023. Based on numerical modeling, zones of increased velocities of the water intake flow were identified, the critical size of the protected juveniles was determined and the need to modernize the structure by equipping it with a flow former was justified.

Keywords: fish protection device, computational hydrodynamics, flow rate, regulatory requirements, fish juveniles, water intake facility.

For citation: Novikov D.N., Kravchuk A.V., Kulikova Y.A. Hydrodynamic modeling of the operating conditions of a fish protection device (RZU)//Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation - Saratov: FSBEI HE Vavilovsky University, 2026, p.409

В настоящее время моделирование является основным методом исследований во многих областях народного хозяйства с целью научного обоснования и выбора оптимального решения инженерных задач.

Во многих отраслях народного хозяйства в различных устройствах и конструкциях при проведении технологических процедур происходят нестационарные процессы. Переходные процессы (изменение стационарных режимов) и возникновение пульсационных режимов может быть обусловлено несколькими причинами: пуск и останова насосных агрегатов с изменением во времени расхода забираемой воды, изменением тепловых граничных условий, забор влекомых наносов на входе в оголовки и т. п., или совместным действием нескольких из указанных выше факторов. Знание механизма протекания этих процессов и умение, в частности, надежно рассчитывать ходы движения потоков воды и гидравлические потери в них необходимо как для проектирования гидротехнических сооружений и технологических устройств, так и для разработки надежной системы автоматического их управления и регулирования [1]. Поэтому исследование нестационарной гидродинамики при течении воды в водозаборное сооружение для расчета и разработки эффективного варианта, как элементов, так и конструкции рыбозащитного устройства в целом представляет чрезвычайно важную для инженерной практики задачу.

При проектировании и эксплуатации рыбозащитных гидротехнических устройств приходится учитывать разнообразные аспекты, такие как: ихтиологическая ситуация, производительность и режим работы водозабора, ледовые условия, сезонные изменения уровня и скорости течения, условия для контроля состояния РЗУ, а также возможность проведения осмотра и ремонта рыбозащитного устройства. Данные условия, а также его геометрические и гидравлические параметры, являются определяющими в выборе типа рыбозащитного сооружения [2]. В связи с постоянным совершенствованием

нормативного законодательства в области природоохраны, в процессе эксплуатации рыбозащитных устройств нередко возникает необходимость в их замене или модернизации.

В результате, разработка даже типовых рыбозащитных устройств требует проведения комплекса работ с учетом конкретных условий эксплуатации и требований заказчика. Использование методов инженерного анализа дает возможность проанализировать работу рыбозащитного устройства, выявить недостатки и устранить их еще на этапе проектирования.

К числу инструментов инженерного анализа относится вычислительная гидродинамика (Computational Fluid Dynamics, CFD), являющаяся разделом механики сплошных сред. Данное направление объединяет физические, математические и численные методы, позволяющие выполнять количественную оценку параметров течений жидкостей и газов. Движение и теплообмен текучей среды моделируется с помощью уравнений Навье – Стокса, описывающих в нестационарной постановке законы сохранения массы, импульса и энергии этой среды [3].

Благодаря прогрессу компьютерных технологий математическое моделирование характеризуется более низкой стоимостью и более высокой точностью в сравнении с лабораторным экспериментом. Средства CFD выступают в качестве эффективного инструмента, позволяющего на основе численной реализации фундаментальных уравнений гидро- и газодинамики достигать максимально полной детализации исследуемых процессов.

Численное моделирование позволяет дать оценку эффективности уже разработанных и находящихся в эксплуатации конструкций РЗУ и дать рекомендации для изменения конструкции в лучшую сторону.

Такая работа была проведена для определения гидравлических характеристик работы рыбозащитного сооружения типа «струереактивное рыбозащитное устройство» СРЗ-1,7, установленного на сборной модульной плавучей насосной станции СМПНС «Модуль «Аква»» 1×5400 Светлоярского филиала ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз» (рис. 1).



Рисунок 1 – СМПНС Светлоярского филиала ФГБУ «Управление «Волгоградмелиоводхоз»

Весь комплекс СМПНС оснащен тремя насосными агрегатами марки ЦГД-1, 75/27-УЗ общей производительностью 3 м³/с (3000 л/с). Водозаборное устройство предназначено для установки на приёмных камерах насосной станции и предотвращения попадания в неё плавающего мусора, водорослей и молоди рыб.

Всасывающий оголовок оборудован струереактивным рыбозащитным устройством. РЗУ выполнено в виде усечённого конуса, боковая поверхность и днище которого затянуты латунной сеткой из проволоки с шагом ячеей 2,4×2,4 мм. Внутри корпуса РЗУ расположена вращающаяся флейта, выполнена в виде трубчатой рамки и стальных перфорированных труб (рис. 2).

РЗУ закреплено к приёмной камере насосной станции. Между РЗУ и приёмной камерой установлена резиновая прокладка. Водоподводящая труба флейты соединена с патрубком напорного трубопровода резиновым шлангом. В проектом положении РЗУ опущено в воду на глубину не менее 2 метров от дна водоисточника. Верхняя часть РЗУ погружена в воду водоисточника не менее 0,5 метров от зеркала воды.



Рисунок 2 – Внешний вид рыбозащитного устройства CR3-1,7

Было проведено компьютерное моделирование для определения гидравлических характеристик работы данного РЗУ. По имеющимся чертежам и натурным замерам построена трехмерная модель (рис. 3) рыбозащитного устройства CR3-1,7. Производительность CR3 принята в расчете 5400 м³/ч (проектное значение).

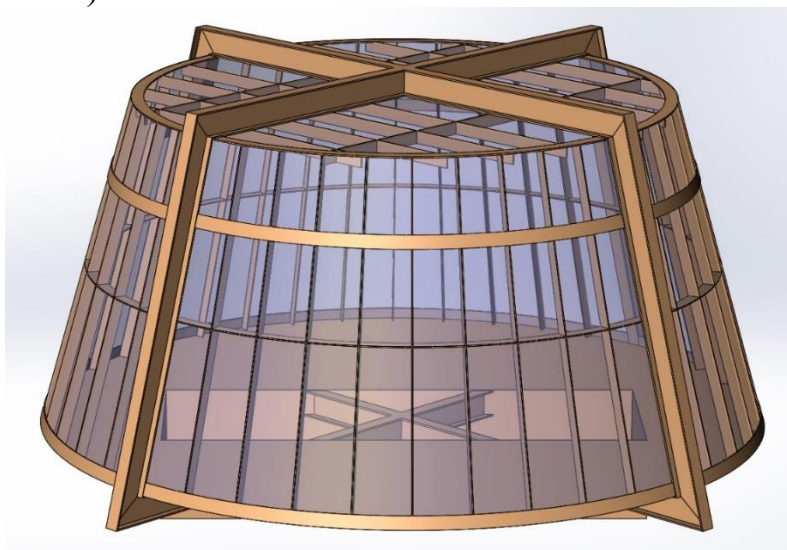


Рисунок 3 – Трехмерная модель CR3-1,7

По результатам расчетов был проведен анализ гидрологических характеристик CR3-1,7 и определены области с максимальными скоростями втекания водозаборного потока.

На рисунке 4 показаны изоповерхности скоростей водозаборного потока для скоростей от 0,15; 0,2; 0,25; 0,3 м/с.

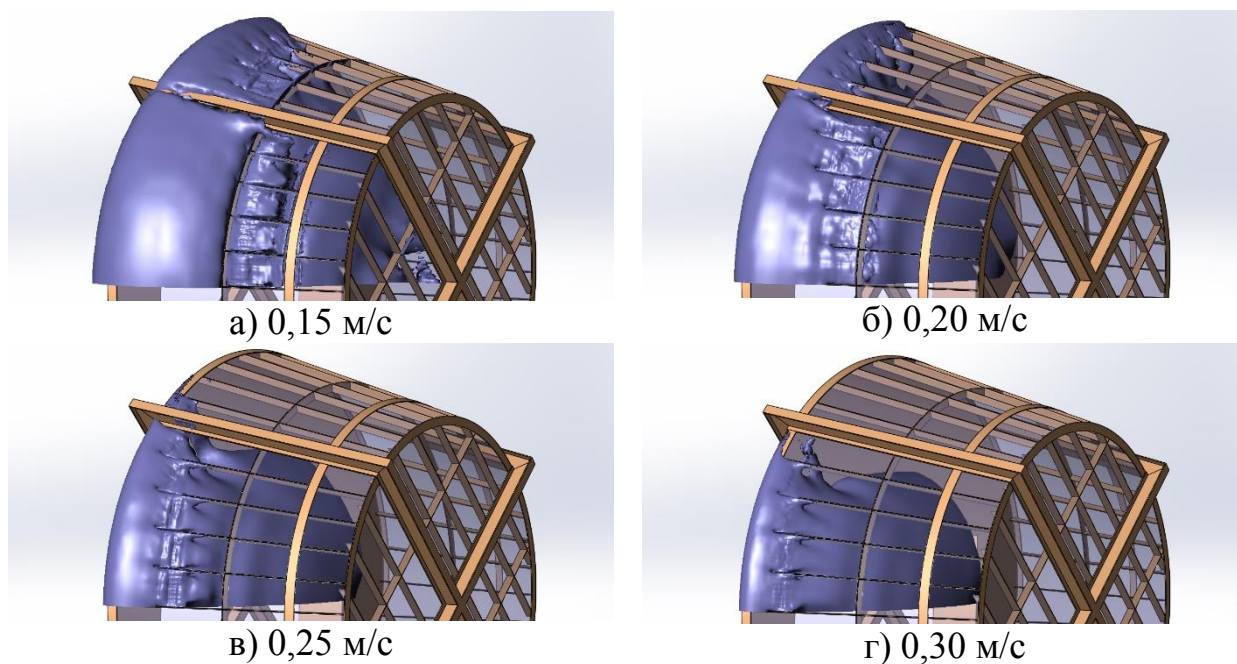


Рисунок 4 – Изоповерхность для различных скоростей

На рис. 5 представлено распределение и числовые значения скоростей подходного потока в вертикальной и горизонтальной плоскостях сечения барабана СРЗ.

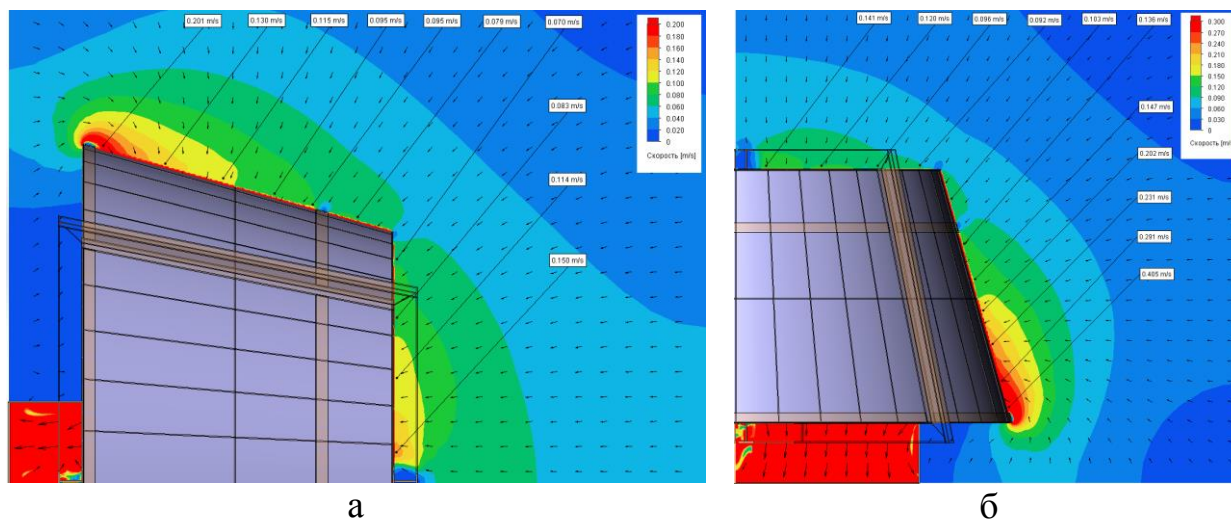


Рисунок 5 – Распределение скоростей в вертикальном (а) и горизонтальном (б) сечениях

Результаты расчета показывают, что скорости подходного потока в вертикальном сечении составляют от 0,07 м/с до 0,20 м/с, в горизонтальном сечении – от 0,1 м/с до 0,4 м/с. При этом отсутствует равномерность распределения скоростей втекания, а основная часть водозаборного потока проходит сквозь сетное полотно возле основания РЗУ со скоростями, значительно превышающими среднюю скорость.

Следующим шагом, руководствуясь СП 101.13330.2023 «Свод правил. Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные

сооружения», был определен размер молоди рыб, для которых будет безопасно применение данного РЗУ.

Барабан СРЗ имеет форму усеченного конуса со следующими размерами: диаметр нижнего основания 2,72 м; диаметр верхнего основания 2,20 м; длина боковой образующей 1,29 м;

Площадь водоприемной поверхности сетчатого экрана $S_{\text{сет}}$ складывается из площади боковой поверхности СРЗ и площади верхнего основания, и равна 12,8 м².

Проектный расход $Q_{\text{рзу}} = 5400 \text{ м}^3/\text{ч} = 1,5 \text{ м}^3/\text{с}$;

Средняя скорость течения перед сетчатым экраном:

$$V_{\text{сет}} = \frac{Q_{\text{рзу}}}{S_{\text{сет}}} = 0,117 \text{ м/с};$$

Средняя скорость течения в ячейках проволочной сетки:

$$V_{\text{яч}} = \frac{V_{\text{сет}}}{m}, \quad (1)$$

$$m = \frac{a^2}{t^2} \quad (2)$$

где m – коэффициент живого сечения плетеной проволочной сетки, a – размер ячейки в свету, t – шаг проволоки.

При расчете следует учитывать коэффициент засорения сетки $n_n = 1,2$ (20% засорения) и коэффициент затенения сетки $n_m = 1,1408$ элементами конструкции СРЗ (величина n_m определена по построенной САД-модели СРЗ).

Таким образом, с учетом затенения элементами конструкции, средняя скорость течения перед сетчатым экраном СРЗ будет равна:

$$V_{\text{сет}} = \frac{Q_{\text{рзу}}}{S_{\text{сет}}} \times n_n = 0,134 \text{ м/с}; \quad (3)$$

При проектном расходе $Q_{\text{рзу}} = 1,5 \text{ м}^3/\text{с}$, площади водоприемной поверхности $S_{\text{сет}} = 12,8 \text{ м}^2$, размере ячеек в свету $a = 2 \text{ мм}$ и шаге проволоки $t = 2,4 \text{ мм}$, средняя скорость течения в ячейках сетчатого экрана будет равна:

$$V_{\text{яч}} = \frac{V_{\text{сет}} \times n_n \times n_m}{m} = 0,231 \text{ м/с} \quad (4)$$

Согласно п. 9.31.10.1 СП 101.13330.2023, для сетчатых рыбозащитных устройств должны соблюдаться следующие параметры:

– скорость течения в отверстиях экрана рыбозащитного сооружения v_{thr} принимают в пределах от 0,35 до 0,5 сносящей скорости v_{sw} для рыб наименьшего защищаемого размера:

$$v_{thr} = (0,35 \div 0,5) v_{sw \min} ; \quad (5)$$

– скорость потока по нормали к экрану рыбозащитного сооружения v_n принимают в пределах от 0,15 до 0,35 сносящей скорости v_{sw} для рыб наименьшего защищаемого размера:

$$v_n = (0,15 \div 0,35) v_{sw \min} ; \quad (6)$$

$$v_{sw \min} = 10l_f; \quad (7)$$

где l_f – наименьший защищаемый размер рыб [4].

Исходя из этого, для СРЗ-1,7 скорость течения в ячейках сетки $V_{яч} = 0,231$ м/с будет безопасна для рыб размером от 46,2 мм и выше. Скорость течения перед сетчатым экраном $V_{сет} = 0,134$ м/с будет безопасна для рыб размером от 38,2 мм и выше. Следовательно, размерные ряды рыб от 12 мм и до 46 мм не защищены от воздействия водозабора, оборудованного данным типом РЗУ, что приведёт к их попаданию в водозабор, налипанию на фильтрующее полотно РЗУ, травмированию и гибели.

Также, по требованию СП 101.13330.2023, скорость транзитного потока вдоль экрана рыбозащитного сооружения должна не менее чем в три раза превышать скорость потока по нормали к экрану рыбозащитного сооружения, и транзитный поток должен быть сформирован вдоль всей поверхности экрана рыбозащитного сооружения и обеспечивать непрерывное перемещение молоди рыб вдоль экрана рыбозащитного сооружения [4].

Таким образом, для обеспечения эффективности рыбозащитного устройства на СМПНС «Модуль «Аква» 1×5400 не менее 70% для рыб размером от 12 мм и выше, необходимо выполнить модернизацию рыбозащитного устройства путем оснащения существующего струереактивного рыбозащитного барабана потокообразователем, который будет создавать транзитный поток и отводить молодь рыб из зоны влияния водозабора.

Заключение.

Гидродинамическое моделирования потока воды при работе РЗУ позволяет выявить преимущества и недостатки в конструкции, на которые необходимо обратить внимание при проектировании данной установки и дать рекомендации для оптимизации ее элементов, которые позволят довести устройство до более совершенной и в дальнейшем надежной работы при эксплуатации. Таким образом, инженерный анализ при моделировании дает возможность исследовать работу матрицы рыбозащитного устройства, что позволяет подобрать параметры РЗУ, оптимальные для конкретного водозабора и отвечающие требованиям законодательства РФ по охране природы.

Список источников

1. Швыдкий В.С., Ярошенко Ю.Г., Гордон Я.М. и др. Механика жидкости и газа : Учеб. пособие для вузов / Под ред. В. С. Швыдкого. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Академкнига, 2003. – 462 с.

2. Михеев П. А. Математическое моделирование при разработке проектов рыбозащитных устройств водозаборов / П. А. Михеев, С. Н. Салиенко, А. М. Вахидов, Д. Н. Новиков // Рыбное хозяйство. – 2014. – № 5. – С. 49–52.

3. Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский, А. А. Собачкин, Е. В. Одинцов, А. И. Харитонович, Н. Б. Пономарев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.

4. СП 101.13330.2023. Свод правил. Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения : актуализированная редакция СНиП 2.06.07-87 : утвержден Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 июня 2023 г. № 420/пр : дата введения 2023-07-17. – Москва : Минстрой России, 2023. – 94 с.

© Новиков Д.Н., Кравчук А.В., Куликова Я.А., 2026

Научная статья

УДК 631.174; 631.67; 631.816.3

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРИСТАЛЬТИЧЕСКОГО НАСОСА ДЛЯ ФЕРТИГАЦИИ В СИСТЕМАХ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

**Роман Викторович Прокопец¹,
Виктор Владиславович Корсак²,
Николай Викторович Медведев³,
Данила Владимирович Соловьев⁴**

^{1,2,3,4}Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

¹proroman@inbox.ru

²vvcorsac@rambler.ru

³kalek15864@gmail.com

⁴solovievdanila2002@yandex.ru

Аннотация: В статье приводится описание математической модели совместного влияния доз фосфорных удобрений и углеродсодержащего препарата на основе золошлаковых отходов тепловых электростанций на урожайность ярового ячменя при его выращивании на черноземных почвах северного Казахстана.

Ключевые слова: фосфорные удобрения, углеродсодержащий препарат, яровой ячмень, урожайность, математическая модель

Для цитирования: Прокопец, Р.В. Применение перистальтического насоса для внесения жидких удобрений при поливе дождеванием в системах точного земледелия / Р. В. Прокопец, В. В. Корсак, Н. В. Медведев, Д. В. Соловьев // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной

Original article

APPLICATION OF PERISTALTIC PUMP FOR FERTIGATION IN PRECISION FARMING SYSTEMS

**Victor Vladislavovich Korsak¹,
Roman Viktorovich Prokopets²,
Nikolai Viktorovich Medvedev³,
Danila Vladimirovich Solovyov⁴**

^{1,2,3,4}Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

¹vvcorsac@rambler.ru

²proroman@inbox.ru

³kalek15864@gmail.com

⁴solovievdanila2002@yandex.ru

Abstract: The article describes a mathematical model of the combined effect of doses of phosphorus fertilizers and a carbon-containing preparation based on ash and slag waste from thermal power plants on the yield of spring barley when grown on chernozem soils in northern Kazakhstan.

Keywords: phosphorus fertilizers, carbon-containing preparation, spring barley, yield, mathematical model

For citation: Prokopets, R.V. Use of a peristaltic pump for applying liquid fertilizers during sprinkling irrigation in precision farming systems / R.V. Prokopets, V.V. Korsak, N.V. Medvedev, D.V. Soloviev // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation - Saratov: FGBOU VO Vavilov University, 2026, p.417

Введение. Внедрение современных технологий в сельскохозяйственное производство нашей страны существенно повысило продуктивность возделываемых культур, что привело к тому, что несмотря на значительное сокращение площади пахотных земель и заметное негативное влияние глобальных климатических изменений [1, 2] Российская Федерация не только добилась обеспечения своей продовольственной безопасности по большинству продуктов питания, но и стала ведущим поставщиком зерна пшеницы на мировой рынок. Сохранение достигнутого положения возможно только при широком развитии орошения сельскохозяйственных угодий [3] и поддержании эффективного плодородия угодий внесением высоких, соответствующих возросшему выносу элементов питания растений, доз минеральных удобрений, величину которых следует определять с учетом уровня их содержания в почве и

изменениям этих уровней по площади отдельных полей [4, 5]. Высокая стоимость, ресурсо- и энергоемкость двух основных подсистем агротехнологического процесса орошаемого земледелия (орошение и внесение удобрений) предъявляет повышенные требования к точности внесения удобрений и рациональному использованию водных ресурсов. При традиционной схеме подкормки жидкие удобрения нередко вносятся с применением дополнительной техники или отдельных дозирующих устройств, что усложняет технологический процесс, увеличивает затраты и не всегда обеспечивает равномерное распределение питательных веществ. В связи с этим особый интерес представляет оборудование, позволяющее совмещать подачу воды и удобрений в единой системе орошения, обеспечивая при этом точную дозировку внесения минеральных удобрений с учетом изменяющихся в пространстве почвенных условий.

Материалы и методы исследований. Для оценки перспектив применения перистальтического насоса для внесения жидких удобрений при поливе дождеванием в системах точного земледелия были использованы результаты исследований по разработке цифровых двойников орошаемых полей сухостепного Заволжья [6].

Результаты исследований и их обсуждение. Исследования показали, что эффективное плодородие орошаемых земель, например в ЗАО «АФ «Волга» Марковского района Саратовской области характеризуется высоким варьированием содержания доступного фосфора и обменного калия, которое необходимо учитывать при определении доз внесения этих питательных элементов. Разница для фосфора составляет до 86%, калия – до 78% от их выноса с урожаем выращиваемых культур (рисунок 1).

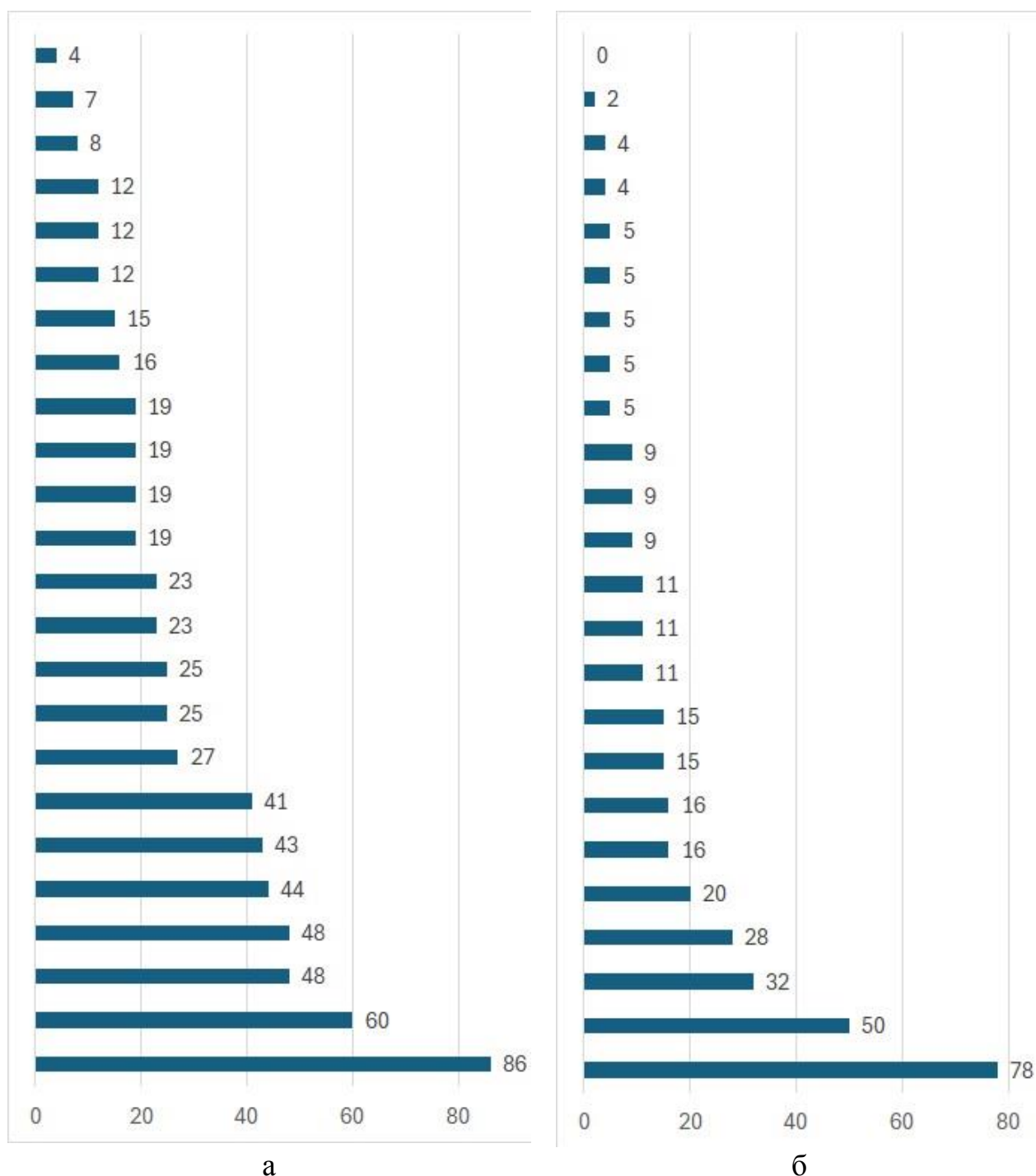


Рисунок 1 – Отклонения научно обоснованных доз внесения доступного фосфора (а) и обменного калия (б) в % от выноса с урожаем для полей ЗАО «АФ «Волга» Марковского района Саратовской области

Решить проблему изменения доз внесения удобрений в процессе фертигации при поливе может позволить перистальтический или, согласно ГОСТ 17398 – 72, шланговый насос [7]. Конструктивно насос включает прочный корпус, электродвигатель, редуктор, роликовый механизм, гибкий высоконапорный шланг и систему управления (рисунок 2). Для регулирования производительности и, соответственно, вносимых доз может использоваться частотный преобразователь, с помощью которого подбирается необходимая скорость подачи раствора в зависимости от расхода воды и требуемой нормы

внесения удобрений. В ряде исполнений предусматривается функция обратного хода, облегчающая устранение засоров и упрощающая эксплуатацию оборудования.

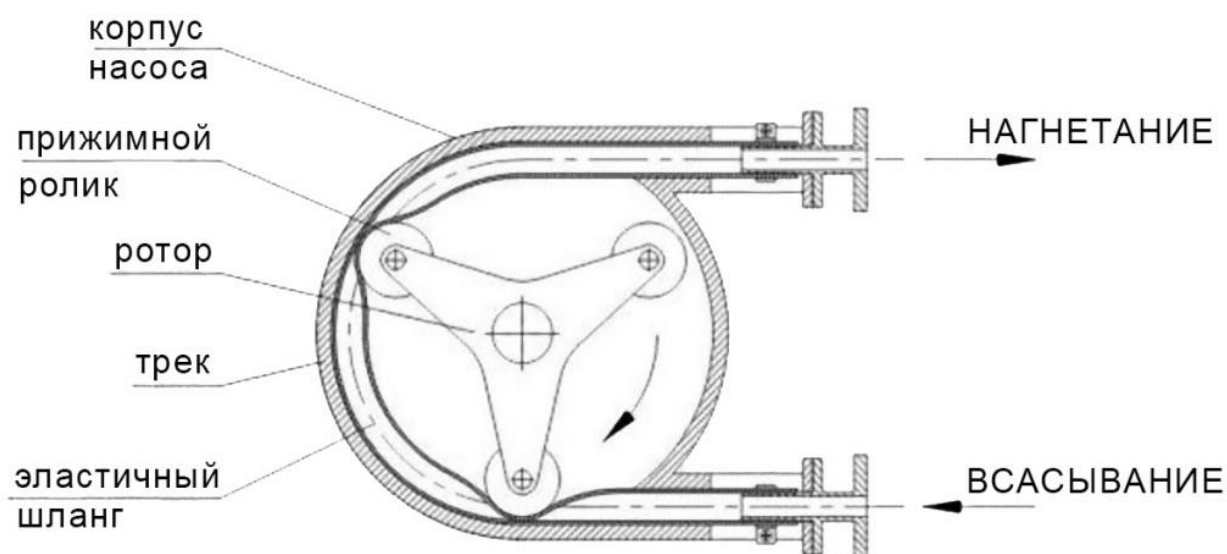


Рисунок 2 – Схема работы перистальтического насоса

К основным преимуществам перистальтического насоса относится точность дозирования, простота обслуживания и возможность интеграции в действующие дождевальные системы без существенной переделки существующей инфраструктуры. Устройство позволяет уменьшить перерасход удобрений, сократить применение дополнительной техники и снизить трудоемкость выполнения технологических операций. Более равномерное распределение питательного раствора способствует повышению эффективности подкормки и уменьшает локальную химическую нагрузку на почву. По сравнению с мембранными и центробежными дозирующими устройствами перистальтический насос обладает рядом особенностей. Он обеспечивает бережное перемещение рабочей среды, не требует непосредственного контакта раствора с элементами привода и отличается удобством обслуживания. Благодаря этому оборудование может эффективно применяться в сельскохозяйственной практике при работе с жидкими минеральными составами и другими технологическими растворами.

Заключение. Таким образом, перистальтический насос для внесения жидких удобрений через дождевальные системы полива является эффективным техническим средством, позволяющим объединить процессы полива и подкормки растений. Его применение способствует более рациональному использованию удобрений и воды, повышению технологичности мелиоративных мероприятий и улучшению условий эксплуатации оборудования в агропромышленном комплексе.

Список источников

1. Сценарии глобального потепления и прогнозы изменений агроклиматических ресурсов Поволжья / В. В. Корсак, А. В. Кравчук, Р. В. Прокопец [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 1. – С. 51-55. – EDN YNGYDW.
2. Климатические условия и урожайность поливных культур Саратовской области / В. В. Корсак, Р. В. Прокопец, А. Н. Ломовцева [и др.] // Научная жизнь. – 2013. – № 3. – С. 27-33. – EDN UGWUZB.
3. Колганов, А. В. Потенциал мелиорированных земель России / А. В. Колганов, Р. С. Масный, Г. Т. Балакай // Мелиорация и гидротехника. – 2026. – Т. 16, № 1. – С. 1-18.
4. Пронько, Н.А.. Метод расчета доз органических и минеральных удобрений для культур орошаемых севооборотов по прогнозируемому ротационному балансу элементов питания / Н.А. Пронько, В.В. Корсак // Агрохимия, 2001, № 7, С. 66-71.
5. Бабичев, А. Н. Особенности минерального питания сельскохозяйственных культур / А. Н. Бабичев, А. А. Бабенко // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2021. – Т. 11, № 1. – С. 192-210. – DOI 10.31774/2222-1816-2021-11-1-192-210. – EDN FMUZZY.
6. Агрохимическая информация для цифрового двойника орошаемого поля / В. В. Корсак, А. В. Кравчук, Б. В. Фисенко, Н. В. Медведев // 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. 309-313. – EDN IJNHAD.
7. ГОСТ 17398 – 72 Насосы. Термины и определения.

© Прокопец Р.В., Корсак В.В., Медведев Н.В., Соловьев Д.В., 2026

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ОРОШАЕМОЙ ТЕМНО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ

Нина Анатольевна Пронько¹

Виктор Владиславович Корсак²

Анна Александровна Кулявцева³

Дмитрий Валерьевич Чадин⁴

Николай Викторович Медведев⁵

^{1, 2, 5} Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

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

¹ n_pronko@mail.ru

² vvcorsac@rambler.ru

³ gornostaeva09@yandex.ru

⁴ chadin.dmitrii@mail.ru

⁵ kalek15864@gmail.com

Аннотация. В статье приведены данные по трем основным способам повышения продуктивности орошаемых темно-каштановых почв Саратовского Заволжья, обусловленные необходимостью предупреждения и борьбы с дегумификацией, сохранения благоприятных агрофизических свойств почвы и повышения обоснованности принимаемых технологических решений при выращивании растениеводческой продукции. Каждый из трех способов направлен на повышение урожайности поливных культур. При этом первый способ – совершенствование системы удобрений на основе рационального сочетания разных их видов, предотвращает дегумификацию, второй – совершенствование системы органических мелиорантов, предупреждает физическую деградацию почв, а третий – создание цифрового двойника орошаемого поля, повышает обоснованность технологических решений при выращивании сельскохозяйственных культур и сохраняет природный потенциал зональных почв.

Ключевые слова: орошение, почвенное плодородие, продуктивность темно-каштановых почв, дегумификация, агрофизические свойства, цифровой двойник сельскохозяйственного поля.

Для цитирования: Пронько, Н.А. Способы повышения продуктивности орошаемой темно-каштановой почвы Саратовского Заволжья / Н.А. Пронько, В.В. Корсак, А.А. Кулявцева, Д.В. Чадин, Н.В. Медведев // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференция с

Original article

WAYS TO INCREASE THE PRODUCTIVITY OF IRRIGATED DARK CHESTNUT SOILS IN THE SARATOV TRANS-VOLGA REGION

Nina Anatolyevna Pronko¹

Viktor Vladislavovich Korsak²

Anna Aleksandrovna Kulyavtseva³

Dmitry Valerievich Chadin⁴

Nikolai Viktorovich Medvedev⁵

^{1, 2, 5} Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

^{1, 3, 4} Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Engels, Saratov Region, Russia

¹ n_pronko@mail.ru

² vvcorsac@rambler.ru

³ gornostaeva09@yandex.ru

⁴ chadin.dmitrii@mail.ru

⁵ kalek15864@gmail.com

Abstract. This article presents data on three main methods for increasing the productivity of irrigated dark chestnut soils in the Saratov Trans-Volga region, preventing and combating reduction of humus content, maintaining favorable agrophysical soil properties, and improving the validity of technological decisions when growing crops. Each of the three methods is aimed at increasing the yield of irrigated crops. The first method, improving the fertilizer system through a rational combination of different types, prevents reduction of humus content; the second, improving the system of organic ameliorants, prevents physical soil degradation; and the third, creating a digital twin of the irrigated field, improves the validity of technological decisions when growing agricultural crops and preserves the natural potential of zonal soils.

Key words: irrigation, soil fertility, productivity of dark chestnut soils, reduction of humus content, agrophysical properties, digital twin of an agricultural field.

For citation: Pronko, N.A. Methods for increasing the productivity of irrigated dark chestnut soil in the Saratov Trans-Volga region / N.A. Pronko, V.V. Korsak, A.A. Kulyavtseva, D.V. Chadin, N.V. Medvedev // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply:

Продуктивность орошаемой пашни напрямую зависит от плодородия почв и от технологий выращивания сельскохозяйственных культур. Снижение показателей почвенного плодородия, его агрохимической и агрофизической составляющей, несовершенство агротехнологий неизменно приводит к недобору урожая и низкой эффективности поливного земледелия [1].

В процессе сельскохозяйственного использования происходит снижение потенциального плодородия почв, обусловленное развивающимся в них процессом дегумификации. Согласно исследованиям Пронько Н.А. при орошении этот процесс выражен сильнее [2]. За последнее десятилетие XX века и первое XXI века средние потери гумуса в почвах Саратовской области с развитым орошением достигли 6-16%. На сильно дегумифицированных темно-каштановых почвах Саратовского Заволжья происходит разрушение почвенной структуры, ухудшение водно-физических свойств, развиваются эрозионные процессы, падает урожайность сельскохозяйственных культур и валовые сборы [3].

На протяжении многих десятилетий после начала широкой ирригации в Поволжье основным приемом повышения урожайности сельскохозяйственных культур согласно зональным системам орошаемого земледелия было внесение минеральных удобрений. Однако наряду с их положительным влиянием на продуктивность поливных севооборотов, они усиливали дефицитность гумусового баланса, особенно при применении высоких доз NPK [4].

В начале XXI века в связи с охватившим страну экономическим кризисом вместо внесения дорогостоящих минеральных удобрений широко стали применяться значительно менее затратные технологии с использованием гуминовых удобрений. Стимулируя обмен веществ и снижая негативное влияние на растения широко распространенных в регионе воздушных засух (суховеев), они способствовали формированию высокой урожайности большинства сельскохозяйственных культур, в том числе и на орошаемых землях [5]. Вместе с этим применение гуминовых удобрений, также, как и минеральных, приводило к росту дефицитности гумусового баланса. к тому же формировались дефицитные балансы и основных элементов питания [6].

Согласно исследованиям Н.А. Пронько [4] бездефицитного баланса гумуса на орошаемых темно-каштановых почвах можно добиться внесением навоза два раза за шестипольную ротацию по 160 т/га (среднегодовое 53,3 т/га) или навоза в сочетании с минеральными удобрениями (среднегодовые дозы навоза 53,3 т/га и минеральных удобрений N196P73K28).

В связи с вышесказанным важнейшей задачей сельскохозяйственной науки и практики является совершенствование систем удобрений для поливного земледелия региона. Поэтому мы начали проводить исследования по поиску рациональных сочетаний органических (навоз КРС, злаковобобовые сидеральные удобрения), минеральных и гуминовых удобрений,

обеспечивающих формирование высокой урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности орошаемых севооборотов, бездефицитных или положительных балансов в почве гумуса и NPK.

Очень эффективным приемом борьбы с физической деградацией почв является применение органических удобрений, основанным на принципе обогащения почвы свежим органическим веществом. Так, снижению плотности пахотного и подпахотного горизонтов, повышению пористости почвы, улучшению ее агрономически ценной и водопрочной структуры и повышению продуктивности поливных севооборотов по данным Пронько Н.А., Юлдашбаевой А.Г. способствует заплата соломы [7] и согласно исследований Пронько Н.А., Майоровой С.А., Лим Ю.Р. сидерация [8] с использованием однолетних и многолетних сидеральных культур.

Другим приемом улучшения агрофизических свойств по мнению зарубежных авторов является применение почвоулучшителей на основе гуминовых кислот, принцип действия которых основан на их способности скреплять тонкодисперсные минеральные частицы в водопрочные агрегаты, которые выступают основой структуры почвы [9].

Учитывая большой вред, наносимый физической деградацией продуктивности орошаемой пашни, мы приступили к исследованиям по сравнительному изучению влияния традиционных органических мелиорантов (навоза КРС и злакобобовых сидератов) и органических почвоулучшителей на основе гуминовых кислот на физическую составляющую почвенного плодородия и продуктивность темно-каштановых почв, доминирующих в поливном земледелии Саратовского Заволжья.

Недостаточно высокая продуктивность почвы и развивающиеся в ней деградационные процессы во многом обусловлены низким качеством принимаемых специалистами орошаемых хозяйств технологических решений при выращивании растениеводческой продукции. Для повышения степени обоснованности решений по всем элементам системы земледелия: обработки почвы, посеву/посадке, внесению удобрений, поливам, защите от вредных объектов, уборке урожая, необходимо, чтобы они опирались на широкий спектр реальных данных о состоянии поля, его топографических, почвенных, погодных, фитосанитарных условиях и биологических особенностях выращиваемых на поле культур. Необходим переход на точное земледелие, невозможный без цифровизации отрасли, который обеспечит технологический прогресс и повышение ее эффективности. Особое место в оцифровке отрасли согласно [10] принадлежит созданию и использованию цифрового двойника, синхронизированному в реальном времени виртуальному представлению продукта, процесса или среды, который предоставляет новые средства для достижения оцифровки посредством высокоточного моделирования и симуляции. С этим связан растущий объем работ над цифровым двойником. Для поливного земледелия важнейшими направлениями являются создание цифрового двойника почвы и цифрового двойника поля, которые в реальном времени собирают и оцифровывают необходимые почвенные,

агроклиматические параметры и показатели состояния растений и формируют виртуальную копию реального объекта. Это дает возможность моделировать технологические процессы, в частности по поливам, внесению удобрений, адаптивные текущим экологическим условиям поля. Их применение поможет создать благоприятные условия для продукционного процесса и избежать формирование негативных почвенно-мелиоративных процессов.

Учитывая важность цифровизации орошаемого земледелия, Корсак В.В., Медведев Н.В. в последние годы работают над созданием цифрового двойника поля для условий сухостепной зоны Саратовского Заволжья [11, 12].

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. Пронько Н.А., Корсак В.В., Корнева Т.В. Особенности дегумификации орошаемых темно-каштановых почв Саратовского Заволжья // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2009. – № 10. – С. 42–46.
3. Пронько Н.А. Вклад Волжского НИИ гидротехники и мелиорации в становление и развитие орошаемого земледелия засушливого Поволжья // Аграрный научный журнал. – 2026. – № 5. – С. 72–78.
4. Пронько Н.А., Кулявцева А.А. О проблеме деградации орошаемых темно-каштановых почв Саратовского Заволжья и путях ее решения // Материалы XI Национальной конференции с международным участием. Саратов, 2025. С. 67-72.
5. Пронько В. В., Корсаков К. В., Пронько Н. А. Гуминовые удобрения в земледелии России: теория и практика применения . – Саратов: Амирит, 2025. – 334 с.
6. Пронько Н.А., Пронько В.В., Степанченко Д.А. Экологические последствия применения гуминовых удобрений в овощеводстве Нижнего Поволжья // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата: материалы IV международной научно-практической конференции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». – Саратов, 2024. С. 479-486.
7. 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.
8. Пронько Н.А., Майорова С.А., Лим Ю.Р. Изменение агрофизических свойств темно-каштановой почвы Саратовского Заволжья при запашке зеленой массы различных сидеральных культур // Проблемы производства продукции растениеводства на мелиорированных землях: сб. науч. тр. по материалам Междунар. конф., посвящ. 75-летию СтГАУ. – Ставрополь: Агрус, 2005, С. 123–126.

9. Филиппова О.И., Куликова Н.А., Бычкова Я.С. и др. Замедленное высвобождение азота гуминовых веществ, модифицированных аминокислотами // Проблемы агрохимии и экологии. – 2015. – №1. – С. 42-47.

10. Эшпулатов Д. Б. Цифровые двойники в сельском хозяйстве: анализ основных тенденций // Научно-электронный журнал Raqamli iqtisodiyot (Цифровая экономика), № 11/14, 2023, С. 41–54, URL: www.infocom.uz.

11. Агрохимическая информация для цифрового двойника орошаемого поля / В. В. Корсак, А. В. Кравчук, Б. В. Фисенко, Н. В. Медведев // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы XIII Национальной конференции с международным участием. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2023. – С. 309-313.

12. База водно-физических данных в цифровых двойниках орошаемых массивов / В. В. Корсак, Б. В. Фисенко, Р. В. Прокопец, Н. В. Медведев // Основы рационального природопользования: Материалы IX Национальной конференции с международным участием. – Саратов: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, 2023. – С. 79-83.

© Пронько Н.А., Корсак В.В., Кулявцева А.А., Чадин Д.В., Медведев Н.В., 2026

ВЛИЯНИЕ ГТС НА РАБОТУ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ТРОИЦКОГО ВОДОЗАБОРА

Алексей Алексеевич Радзиховский ¹,

Максим Андреевич Чайкин ²

Владимир Владимирович Ванжа ³

^{1,2,3} Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина,
г. Краснодар, Россия

¹ aar07082004@mail.ru

² chajkin_m@inbox.ru

³ vanzha_vv@mail.ru

Аннотация. В статье дан комплексный анализ влияния гидротехнических сооружений (ГТС), влияющих на работу систем централизованного водоснабжения на примере Троицкого водозабора в Краснодарском крае. Обозначена значимость технического состояния и управления ГТС для стабильности и качества водоподачи, рассмотрены практические аспекты эксплуатации водозабора, особенности его инфраструктуры, проблемы износа и пути повышения эффективности функционирования. Обоснованы выводы о необходимости модернизации ГТС, внедрения современных технических решений и систем мониторинга для устойчивого обеспечения крупных населённых пунктов качественной питьевой водой.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, Троицкий водозабор, система водоснабжения, артезианские скважины, инфраструктура, эксплуатация, модернизация.

Для цитирования: Радзиховский А.А., Чайкин М.А., Ванжа В.В. Влияние ГТС на работу систем водоснабжения на примере Троицкого водозабора// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XV Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С.429

Original article

THE IMPACT OF GTS ON THE OPERATION OF WATER SUPPLY SYSTEMS ON THE EXAMPLE OF THE TRINITY WATER INTAKE

Alexey Alekseevich Radzikhovsky ¹,

Maxim Andreevich Chaikin ²,

Vladimir Vladimirovich Vanzha ³

^{1,2,3} Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

¹ aar07082004@mail.ru

² chajkin_m@inbox.ru

³ vanzha_vv@mail.ru

Abstract. The article provides a comprehensive analysis of the impact of hydraulic structures (GTS) affecting the operation of centralized water supply systems using the example of the Trinity water intake in the Krasnodar Territory. The importance of the technical condition and management of the GTS for the stability and quality of water supply is indicated, the practical aspects of the operation of the water intake, the features of its infrastructure, the problems of wear and tear and ways to increase the efficiency of operation are considered. Conclusions on the need to modernize the GTS, the introduction of modern technical solutions and monitoring systems for the sustainable provision of large settlements with high-quality drinking water are justified.

Key words: hydraulic structures, Troitsky water intake, water supply system, artesian wells, infrastructure, operation, modernization.

For citation: Radzikhovsky A.A., Chaikin M.A., Vanja V.V. The Influence of GTS on the Operation of Water Supply Systems on the Example of the Troitsky Water Intake// Modern Problems and Prospects of Construction, Heat and Gas Supply and Energy Supply Development: Proceedings of the XV National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026. P.429

Централизованные системы водоснабжения являются одним из важнейших фактором в инфраструктуре крупных городов и муниципальных районов, обеспечивая потребителей качественным ресурсом, определяя социально-экономическое развитие территорий. Одним из крупнейших таких объектов на юге России является Троицкий групповой водопровод (ТГВ) — комплекс водозаборных сооружений, обеспечивающий подачу питьевой воды в город-герой Новороссийск, город курортного значения Геленджик, город Крымск и ряд сельских поселений Краснодарского края (рис. 1). [1,2,5]

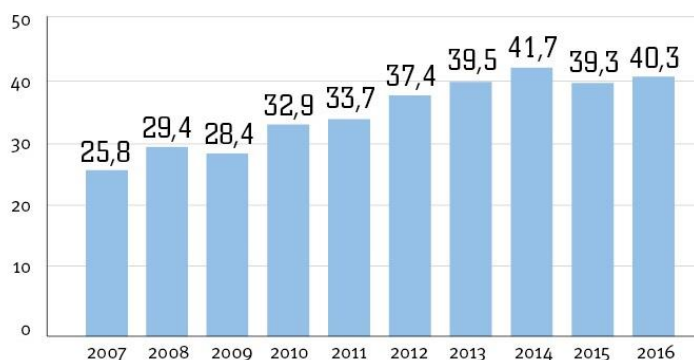


Рисунок 1 - Водопотребление на душу населения в РФ в литрах

История ТГВ начинается с его ввода в эксплуатацию в 1971 году, когда на базе уникального месторождения подземных вод в районе станицы Троицкой были сооружены первые артезианские скважины и магистральный водовод. С тех пор объект регулярно расширялся и модернизировался: была построена вторая группа скважин, введена сеть резервуаров чистой воды и резервных насосных станций, увеличена пропускная способность системы (рис. 2). [3,4]

Рисунок 2 – Схема поставки воды Троицким водозабором

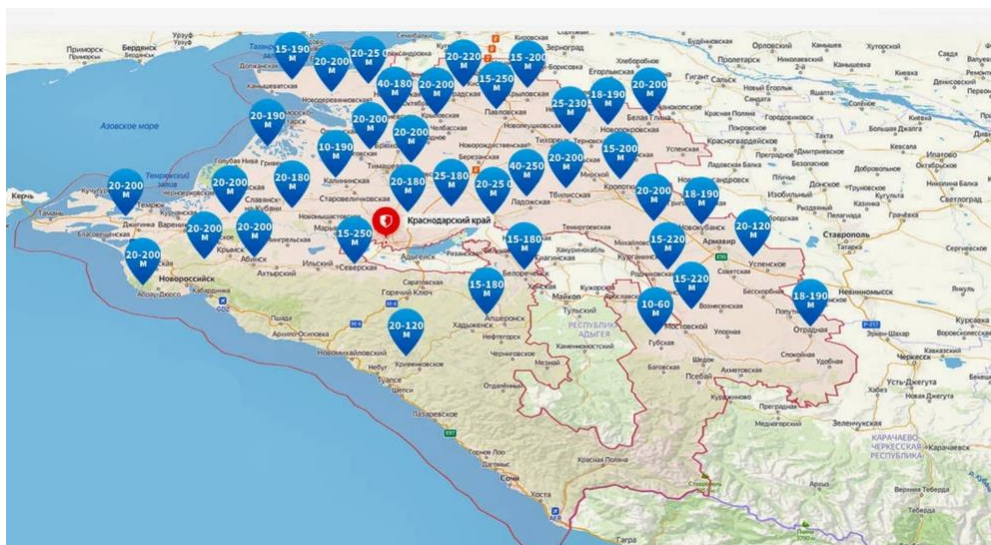


Рисунок 3 – Расположение скважин в Краснодарском крае

Работа ГТС оказывает прямое влияние на основные параметры системы водоснабжения: стабильность подачи воды, её объём, качество водопотребления и устойчивость к внештатным ситуациям. Техническое состояние насосных станций и магистральных сетей определяет пропускную способность водозабора и его способность удовлетворять растущие потребности населения и промышленности, особенно в периоды повышенного водопотребления в летний сезон. Снижение эффективности работы насосов, износ трубопроводов или нарушения герметичности скважин ведут к потерям воды и ухудшению качества службы водоснабжения, что отражается на уровне давления и бесперебойности подачи вплоть до конечных потребителей.

Значимым фактором влияния ГТС на работу системы является техническое состояние самих гидротехнических сооружений. За более чем полувековую эксплуатацию многие элементы системы требуют реконструкции или модернизации. Так, в последние годы на Троицком водозаборе проводится капитальный ремонт артезианских скважин с использованием современных материалов и оборудования, что позволяет повысить их работоспособность и надёжность. [1,4]

Современные требования к системам водоснабжения предъявляют высокие стандарты по динамичности регулирования водоподачи с учётом потребления, минимизации потерь и обеспечению качества воды. В этой связи важным направлением модернизации ГТС является внедрение автоматизированных систем управления и мониторинга. Такие системы позволяют в режиме реального времени контролировать расход воды, давление в сети и состояние основных объектов, что повышает адаптивность водозабора к изменяющимся нагрузкам и снижает риск аварийных ситуаций. [1,2]

Наряду с техническим развитием возрастает и роль инвестиционных программ, направленных на реконструкцию ключевых объектов централизованного водоснабжения. На основе региональных программ Краснодарского края разработаны планы по реконструкции и модернизации элементов Троицкого группового водопровода на 2021–2024 годы, включающие обновление насосных станций, усиление инфраструктуры и оптимизацию водоподачи.

Гидротехнические сооружения оказывают воздействие не только на количественные, но и на качественные характеристики водоснабжения. Устойчивость их функционирования способствует уменьшению застойных зон в распределительных сетях, снижению риска вторичного загрязнения и поддержанию нормативных показателей питьевой воды на всём пути от источника до конечного потребителя [3, 5].

На примере Троицкого водозабора демонстрируется многогранный характер влияния гидротехнических сооружений на системы водоснабжения. Стабильность подачи воды, её качество и устойчивость системы к внешним воздействиям определяются тремя группами факторов: техническим состоянием объектов, эффективностью управления и уровнем их модернизации. Комплексное развитие ГТС, включающее реконструкцию существующих

элементов, внедрение автоматизированных систем контроля и управления, а также долгосрочное планирование обновления инфраструктуры, обеспечивает повышение эффективности работы водозабора и устойчивое водоснабжение населения и экономики региона на длительную перспективу.

Список источников

1. Система мониторинга поверхностных вод / Т. А. Алтыбермак, М. С. Карпенко, А. Г. Гладышев, А. К. Семерджян // Виртуозы науки : Сборник тезисов Международной научно-практической конференции студентов и молодых учёных за 2023 г, Краснодар, 06–15 ноября 2023 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. – С. 378-380. – EDN HDUMCM..

2. Николаева, А. А. Роль водных ресурсов реки Кочеты в развитии сельскохозяйственного сектора / А. А. Николаева // Исследования, технологии, инновации в сфере землеустройства и кадастров : Материалы Всероссийской (национальной) студенческой научно-практической конференции, Волгоград, 15 декабря 2021 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2022. – С. 262-265. – EDN OTSPGG.

3. Авторское свидетельство № 1343122 А1 СССР, МПК F04F 7/02. Гидравлический таран : № 3955593 : заявл. 25.09.1985 : опубл. 07.10.1987 / Я. В. Бочкарев, А. К. Семерджян, В. Т. Островский ; заявитель КУБАНСКИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ. – EDN VNOKPK..

4. Николаева, А. А. Оценка качества воды / А. А. Николаева, Л. А. Терехов, А. К. Семерджян // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 78-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2022 год. В 3-х частях, Краснодар, 01–31 марта 2023 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощев. Том Часть 1. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 649-651. – EDN KTRCJC.

5. Чижевская, Н. А. Эксплуатация водозаборных скважин в Краснодарском крае / Н. А. Чижевская, В. В. Ванжа // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 75-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2019 год, Краснодар, 02–16 марта 2020 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2020. – С. 253-255. – EDN PSXQKZ.

©Радзиховский А.А., Чайкин М.А., Ванжа В.В., 2026

ПРОБЛЕМАТИКА КЛАССИФИКАЦИИ ПРИЗНАКОВ НЕИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

Полина Тарасовна Рыженкова¹

Научный руководитель, доцент кафедры землеустройства и лесоводства -
Ткачев Александр Анатольевич²

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

¹polinaryzhenkova15@gmail.com

²a.tkachev@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье проведён системный анализ нормативных актов, регламентирующих выявление и привлечение к ответственности собственников земельных участков за признаки их неиспользования. Рассматриваются положения Постановления Правительства РФ, а также разъяснительные материалы Росреестра, опубликованные в марте 2024 г. Выявлены ключевые даты начала фактической фиксации нарушений, классифицированы признаки неиспользования, описана поэтапная процедура административного воздействия. На основании полученных данных сформулированы практические рекомендации для собственников земельных участков, направленные на минимизацию правовых рисков.

Ключевые слова: земельные участки, использование, административная ответственность, индивидуальное жилищное строительство, объект.

Для цитирования: Рыженкова П.Т. Проблематика классификации признаком неиспользования земельных участков // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.434

Original article

PROBLEM OF CLASSIFICATION OF SIGNS OF NON-USE OF LAND PLOTS

Polina Tarasovna Ryzhenkova¹

Scientific director Associate Professor of the Department of Land Management and Forestry - **Tkachev Aleksandr Anatolyevich**²

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

¹polinaryzhenkova15@gmail.com

Annotation. This article provides a systematic analysis of regulations governing the identification and prosecution of landowners for signs of non-use. It examines the provision, as well as explanatory materials from Rosreestr published in March 2024. Key dates for the onset of actual violations are identified, signs of non-use are classified, and a step-by-step procedure for administrative action is described. Based on the data obtained, practical recommendations for landowners aimed at minimizing legal risks are formulated.

Keywords: land plots, land-use, administrative responsibility, individual housing construction, object.

For citation: Ryzhenkova P.T. Matsiuk I.I. The problem of the indicator of non-use of land plots // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation - Saratov: FGBOU VO Vavilov University, 2026, p.434

Проблема «пустующих» земельных участков остаётся одной из наиболее актуальных в сфере регулирования земельных отношений в России. По данным Росстата, к 2023 году более 5 % всех земельных участков в муниципальных образованиях классифицируются как неиспользуемые, что приводит к ухудшению экологической обстановки, снижению эффективности использования земельных ресурсов и росту административных издержек. В ответ на данную тенденцию Правительство РФ приняло Постановление от 1 сентября 2024 г., а Росреестр подготовил разъяснительные положения, уточняющие порядок выявления нарушений. Дальнейшее развитие правового регулирования требует научного осмысления как формальных норм, так и их практического применения.

Исследование основывается на методе нормативно-правового анализа, включающем систематизацию нормативных актов, контент-анализ официальных разъяснений и сопоставление новых правил с предшествующей практикой контроля за неиспользуемыми земельными участками [1]. На основании этих методов построен логический каркас, отражающий порядок выявления нарушений, их классификацию и механизм административного воздействия.

Постановление вводит фактическую фиксацию признаков неиспользования земельных участков, которая начнётся с 1 марта 2028 года. При этом применяются два ограничительных критерия: права на землю должны быть зарегистрированы до 1 марта 2025 года; контроль распространяется только на участки, отнесённые к определённым целевым назначениям (индивидуальное жилищное строительство, капитальные объекты, садовые и приусадебные участки).

Для индивидуального жилищного строительства (ИЖС) участок считается неиспользуемым, если в течение семи лет с момента приобретения

прав на него не возведён жилой дом. Для земель, предназначенных под капитальные объекты, проверка признаков захламления и загрязнения начинается с 1 марта 2028 года, а отсутствие построенного объекта — с 1 марта 2030 года, при условии регистрации прав до 1 марта текущего года. Садовые, огородные и приусадебные участки подпадают под контроль с той же даты, если их права зарегистрированы до 1 марта 2025 года.

Разъяснительная позиция Росреестра выделяет три группы признаков, подлежащих обязательной фиксации инспектором в ходе полевых проверок [2]. Захламление или загрязнение отходами определяется как покрытие более пятидесяти процентов площади участка мусором, строительными обломками, нефтепродуктами или другими загрязнителями. Заращение растительностью относится к садовым, огородным и приусадебным участкам, где сорняки, травяные заросли или древесно-кустарниковая растительность высотой более одного метра занимают более пятидесяти процентов территории. Разрушение построек применяется к ИЖС-участкам: оценивается состояние уже возведённых зданий, в частности обрушившиеся крыши, разрушенные стены, выпадение оконных проёмов и другие признаки утраты пригодности к эксплуатации. Все указанные признаки фиксируются в акте инспектора, сопровождаются фотодокументацией и, при необходимости, замерами (например, высота растительности).

Процедура административного воздействия состоит из трёх последовательных этапов. Этап первый – предостережение. Инспектор направляет собственнику официальное уведомление о выявленных нарушениях. В письме указываются характер нарушения, ссылки на соответствующие пункты Постановления и рекомендация о добровольном устранении нарушения в кратчайшие сроки. Этап второй – предписание. При отсутствии реакции в течение установленного срока (обычно десять рабочих дней) выносится предписание с чётко определённым сроком на приведение участка в соответствие, как правило, шесть месяцев. Предписание содержит конкретный перечень требуемых действий и порядок подтверждения исполнения. Этап третий – административная ответственность. Если указанные в предписании действия не выполнены в установленный срок, применяются меры административного воздействия: штраф в размере от пяти тысяч до пятидесяти тысяч рублей (в зависимости от категории земли и степени нарушения), блокирование права собственности (ограничение возможности регистрации сделок с участком) и, в исключительных случаях, принудительное изъятие земли. Для минимизации риска административных санкций собственникам следует соблюдать ряд практических мер: необходимо вести фото- и видеодокументацию текущего состояния участка и всех проведённых работ. Такая доказательная база позволяет в случае спора подтвердить отсутствие нарушений; следует сохранять договорную, проектную и строительную документацию, которая подтверждает наличие планов и фактов строительства, а также упрощает процесс доказательства соблюдения сроков; важно своевременно регистрировать права и вносить любые изменения в

реестр, тем самым исключая попадание участка в реестр «неиспользуемых»; собственники должны уведомлять органы о своих планах освоения участка, подавать соответствующие заявки и согласования, что демонстрирует намерение использовать землю и снижает риск её признания «пустующей»; оперативное реагирование на получение предписания: подача объяснительных записок, запрос экспертизы и предоставление подтверждающих документов могут смягчить штрафы или продлить сроки исполнения; в случае спорных предписаний собственник имеет право оспорить их в суде в течение тридцати дней, что обеспечивает защиту его интересов и возможность отмены необоснованных требований.

Несомненно, введенные нормы создают более жесткий правовой механизм контроля за использованием земельных ресурсов, однако это соответствует международным практикам [3]. Однако эффективность мер также будет зависеть от нескольких факторов. Например, техническая оснащённость органов контроля, в частности использование геоинформационных систем и дронов, необходима для объективной фиксации признаков неиспользования. Координация между муниципальными органами и Росреестром также играет важную роль: своевременная передача данных обеспечивает целостность реестра. Наконец, соблюдение принципа пропорциональности в применении штрафных санкций позволит избежать избыточного наказания, что соответствует принципу правовой определённости, закреплённому в статье 15 Конституции РФ.

В текущем виде правовая база предоставляет достаточные инструменты для предотвращения «пустования» земель, однако требуется дальнейшее развитие методических рекомендаций и обучение инспекторов.

Список источников

1. Кузнецова В. В. Методология нормативно-правового анализа: учебное пособие. – Москва: Юрайт, 2021. – 312 с.
2. Разъяснительные материалы Росреестра «О порядке фиксации признаков неиспользования земельных участков», март 2024 г., доступно по адресу <https://rosreestr.gov.ru>.
3. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Land Use Governance. Paris: OECD Publishing, 2020. – 284 p.

© Рыженкова П.Т., 2026

РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЛИВА МНОГООПОРНЫМИ ДОЖДЕВАЛЬНЫМИ МАШИНАМИ

Николай Федорович Рыжко¹

Сергей Николаевич Рыжко²

Евгений Станиславович Смирнов³

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

¹ryzhonf@bk.ru

²ryzhonf@bk.ru

³smirnovj47@mail.ru

Аннотация. Введение. Важным резервом повышения эффективности использования многоопорных дождевальных машин является применение дифференцированного полива на орошаемых участках сложного рельефа с уклонами, а также при орошении полей с близким уровнем грунтовых вод. Цель исследования – обосновать технологию полива многоопорными дождевальными машинами орошаемых участков сложного рельефа и с близким уровнем грунтовых вод. Методика и методология. При расчёте режимов полива на участках поля, имеющих различный рельеф, исходили из условия обеспечения равномерного увлажнения почвы, исключения стока оросительной воды и переувлажнения почвы на пониженных участках поля. Результаты и обсуждения. Обоснована технология орошения многоопорными дождевальными машинами орошаемых участков сложного рельефа и с близким уровнем грунтовых вод. В зависимости от особенностей рельефа рассмотрена возможность снижения интенсивности дождя и уменьшения нормы полива при пересечении отдельными пролетами машины пониженных участков в режиме пульсирующей подачи воды дождевальными насадками с электроуправляемыми клапанами. При поливе орошаемых участков с близким уровнем грунтовых вод на дождевальной машине с электроуправляемыми клапанами обеспечивается требуемая максимальная норма полива, пониженная норма, освежающий полив или прохождение участка поля без полива. Выводы. Разработанная технология орошения дождевальными машинами орошаемых участков сложного рельефа и с близким уровнем грунтовых вод позволит более равномерно распределять оросительную воду на полях, исключить переполив и переувлажнение почвы, а также фильтрационные потери.

Ключевые слова: оросительная система, технология орошения, многоопорная дождевальная машина, орошаемый участок сложного рельефа, близкий уровень грунтовых вод, дифференцированный полив, пульсирующая насадка, электроуправляемый клапан.

Для цитирования: Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н., Смирнов Е.С. Резервы повышения эффективности полива многоопорными дождевальными машинами// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБНУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.438

Original article

RESERVES FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF IRRIGATION WITH MULTI-SUPPORT SPRINKLER MACHINES

NikolayFedorovichRyzhko¹,

SergeyNikolaevichRyzhko²,

Evgeniy Stanislavovich Smirnov³

^{1,2,3}Volga Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Land
Reclamation, Engels, Russia

¹ryzhonf@bk.ru

²ryzhonf@bk.ru

³smirnovj47@mail.ru

Annotation. Introduction. A key resource for increasing the efficiency of multi-pivot sprinkler systems is the use of differentiated irrigation in irrigated areas with complex terrain and slopes, as well as when irrigating fields with a similar groundwater table. The objective of this study is to substantiate the application of multi-pivot sprinkler systems in irrigated areas with complex terrain and similar groundwater tables. Methodology and methodology. When calculating irrigation regimes for field sections with varying terrain, we considered the need to ensure uniform soil moisture, prevent irrigation water runoff, and prevent soil waterlogging in low-lying areas. Results and discussion. The application of multi-pivot sprinkler systems in irrigated areas with complex terrain and similar groundwater tables is substantiated. Depending on the terrain features, the possibility of reducing rainfall intensity and decreasing the irrigation rate when individual machine spans cross low-lying areas in the pulsating water supply mode with sprinkler nozzles with electrically controlled valves was considered. When irrigating irrigated areas with a close groundwater level, a sprinkler machine with electrically controlled valves provides the required maximum irrigation rate, a reduced rate, refreshing irrigation, or passing a section of the field without irrigation. Conclusions. The developed technology for irrigating irrigated areas with complex terrain and close groundwater levels with sprinkler machines will allow for a more uniform distribution of irrigation water across the fields, preventing overwatering and waterlogging.

Keywords: Irrigation system, irrigation technology, multi-support sprinkler, irrigated area with complex terrain, close groundwater level, differentiated irrigation, pulsating nozzle, electrically controlled valve.

For citation: Ryzhko N.F., Ryzhko S.N., Smirnov E.S. Reserves for increasing the efficiency of irrigation with multi-support sprinkler machines // Current problems and prospects for the development of construction, heat, gas and energy supply: Proceedings of the XVI National Conference with international participation – Saratov: Vavilov University, 2026, p.438

Введение. На многих орошаемых участках, поливаемых многоопорными дождевальными машинами, наблюдается неравномерный рельеф, уклоны, пониженные и возвышенные участки, небольшие балки. Мелиоративный фонд нашей страны составляет 9,47 млн. га, а земли сложного рельефа с уклонами 0,02-0,1 занимают 42,4% [1]. При стандартном поливе полей сложного рельефа наблюдается значительное увеличение влажности почвы на пониженных участках по сравнению с возвышенностями. В понижения попадает больше воды при поливах и сильном дожде, также здесь скапливается больше снега. Всё это может вызвать переувлажнение почвы [2, 3], фильтрационные потери и недобор урожая. На возвышенностях влажность почвы ниже и здесь также наблюдается снижение урожая. Поэтому разработка и внедрение дифференцированного полива с учетом особенностей рельефа и величины уровня грунтовых вод (УГВ) для повышения равномерности увлажнения является важной задачей. Цель исследования – обосновать технологию полива многоопорными дождевальными машинами орошаемых участков сложного рельефа и с близким уровнем грунтовых вод.

Методика и методология. При расчёте режимов полива на участках поля, имеющих различный рельеф, исходим из условия обеспечения равномерного увлажнения почвы, исключения стока оросительной воды и переувлажнения почвы на пониженных участках поля. Это достигалось за счёт регулирования нормы полива и интенсивности дождя в режиме пульсирующей подачи воды дождевальными насадками с электроуправляемыми клапанами. На орошаемом участке с близким УГВ предлагается проводить дифференцированный полив, чтобы исключить переувлажнение почвы, подъём грунтовых вод и засоление почвы.

Результаты и обсуждения. Анализ рельефа существующих орошаемых участков позволил выделить три их основные разновидности. Первый - на орошаемом участке имеется длинное понижение в виде небольшой балки (лощины), которую пересекают отдельные пролеты машины, передвигающейся по кругу (рис. 1а). Во втором варианте возможен уклон на отдельном секторе поля θ и θ_1 вдоль всего трубопровода машины (рис. 1б). Наиболее распространённым является рельеф (3 вариант), на котором в каждом направлении сектора одновременно имеются пониженные, ровные и возвышенные участки (рис. 1 в).

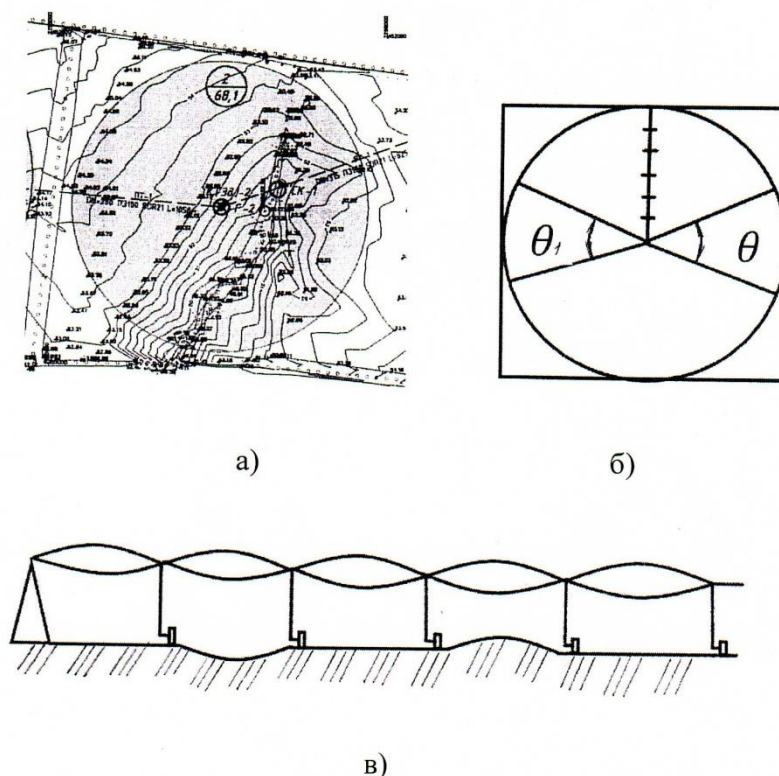


Рисунок 1 – Возможные варианты изменения рельефа поля при поливе многоопорной дождевальнаяй машиной кругового действия

Характерным для сложного рельефа является то, что на пониженных участках поля, скапливается больше снега и поступает больше воды от стока при значительных дождях и при поливах. Здесь наблюдается большее увлажнение почвы [3] и возможны фильтрационные потери воды [4]. На возвышенных участках, наоборот, наблюдается меньшая влажность почвы и недобор урожая.

Чтобы повысить эффективность полива орошаемого участка, имеющего сложный рельеф, необходимо применять регулируемый или дифференцируемый полив на каждом участке поля [5]. Это можно достигнуть, если провести рельефные съёмки поля и обеспечить работу дождевальных насадок в пульсирующем режиме за счёт применения электроуправляемых клапанов [6].

Если дождевальная машина пересекает отдельными пролетами небольшие понижения в виде небольшой балки (рис. 1 а), то здесь на отдельных пролётах или отдельных участках трубопровода дождевальные насадки работают в пульсирующем режиме, согласно программе, задаваемой шкафом управления. На остальных участках трубопровода машины дождевальные насадки работают в обычном режиме.

Норма полива определяется соотношением между временем работы насадки (T_p) и временем паузы (T_n):

$$K = T_p / (T_p + T_n)$$

Расход воды на пролете при циклической работе насадок равен:

$$Q_{\text{фак}} = Q_{\text{ном}} \cdot K$$

Норма полива на пролете при циклической работе насадок равна:

$$M_{\text{фак}} = M_{\text{ном}} \cdot K$$

Если дождевальная машина пересекает сектор поля со значительным уклоном (рис. 1 б), то чтобы исключить поверхностный сток, можно провести дробный полив в три приема. Например, если основной ровный участок поля поливается нормой 30 мм, то секторный участок с уклоном поливается нормой 10 мм (при движении машины вперед), потом нормой 10 мм (при движении машины назад) и снова нормой 10 мм (при движении машины вперед). Небольшая поливная норма впитывается и исключается сток воды.

Если дождевальная машина проводит полив, где на поле одновременно имеются пониженные, ровные и возвышенные участки (рис. 1 в), то требуемую норму полива и скорость движения машины задает наиболее сухой участок поля на возвышении. На пониженных и ровных участках поля, где влажность почвы выше, норма полива снижается за счёт применения пульсирующего режима полива. Причём для каждого такого участка поля выбирается свой пульсирующий режим, который программируется и управляется компьютером в шкафе управления машины.

При поливе орошаемого участка с близким уровнем грунтовых вод необходимо избегать переувлажнения на пониженных участках. Здесь имеются различные варианты расположения участков с близким УГВ. На рисунке 2а показан локальный участок с близким уровнем грунтовых вод, который поливают несколько пролётов машины.

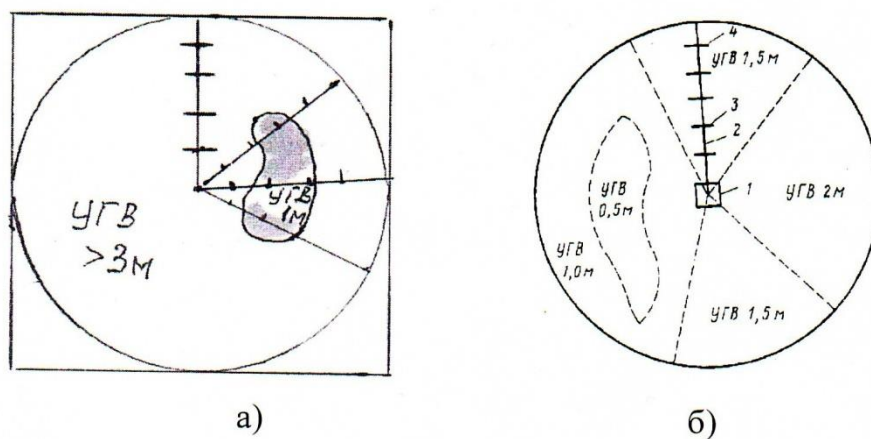


Рисунок 2 – Схемы орошаемых участков с различной величиной залегания грунтовых вод

На рисунке 2б показано поле, где на отдельных секторах наблюдается различный уровень грунтовых вод. В весенний период полив проводится небольшой постоянной нормой полива. В летний период, когда корни растений приближаются к грунтовым водам, необходимо применять дифференцированный полив, чтобы избежать переувлажнения и подъёма УГВ.

Норма полива на участках с близким уровнем грунтовых вод снижается за счёт применения пульсирующего режима полива, и её величина определяется для каждого участка в зависимости от глубины залегания УГВ.

Дождевальная машина с электроуправляемыми клапанами должна обеспечивать: требуемую максимальную норму полива 30-40 мм (при глубине УГВ более 3 м); пониженную норму полива 15-18 мм (при глубине УГВ 2-3 м); освежающий полив нормой 6-8 мм (при глубине УГВ 1-2 м); прохождение участка поля без полива (при глубине УГВ порядка 0,5 м).

Выводы. Обоснована технология орошения дождевальными машинами орошаемых участков сложного рельефа и с близким уровнем грунтовых вод, которая позволит более равномерно распределять оросительную воду на полях, исключить переувлажнение почвы, фильтрационные потери воды, что будет способствовать повышению урожая.

Список источников

1. Рязанцев А.И. Механизация полива широкозахватными дождевальными машинами кругового действия в сложных условиях / А.И. Рязанцев. – Рязань, 1991. – 131 с.
2. Ковда В.А. Проблемы использования и мелиорации степных земель / Степные просторы 1980, № 8. С. 5-9.
3. Храмов А.Д. Способ регулирования поверхностного впитывания почвы на многолетних травах и их смесях / Пути улучшения использования орошаемых земель и дождевальной техники. Сб. науч. тр. ВолжНИИГиМ. М 1985. С 79-96.
4. Фишман М.Я. Режим грунтовых вод на орошаемых землях при различной технике полива / М.Я. Фишман, Р.Ф. Шевцова. Вопросы эксплуатации оросительных систем Поволжья. Сб. науч. тр. ВолжНИИГиМ. М 1982. С 93-83.
5. Балакай Г.Т. Концепция дождевальной машины нового поколения для технологии прецизионного орошения / Г.Т. Балакай, С.М. Васильев, А.Н. Бабичев. Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации, № 2(26), 2017 г.
6. Рыжко Н.Ф. Обоснование расхода воды и схемы полива дефлекторных насадок на ДМ «Бамбук» / Н.Ф. Рыжко, С.Н. Рыжко, Е.А. Шишенин, Б.Н. Бельтиков. Орошаемое земледелие. 2020. № 2. С. 55-58.

© Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н., Смирнов Е.С., 2026

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СНЕЖНОЙ МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

Мария Михайловна Савенкова¹

Полина Тарасовна Рыженкова²

Мария Алексеевна Бекряева³

Научный руководитель - **Пчелкин Виктор Владимирович**⁴

^{1,2,3,4} Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Россия

¹ mashasav2004@gmail.com ,

² polinaryzhenkova15@gmail.com mashasav2004@gmail.com ,

³ bekmryyyy@gmail.com ,

⁴ 9766793@mail.ru

Аннотация. В данной обзорной статье рассматривается проблема применения снежной мелиорации земель как одного из направлений регулирования водно-теплового режима почв в условиях современных климатических изменений.

Ключевые слова: снежная мелиорация, зимняя мелиорация, снежный покров, уплотнение снега, тепловой режим почв, влагонакопление, сельскохозяйственные земли.

Для цитирования: Савенкова М.М., Рыженкова П.Т., Бекряева М.А. Анализ эффективности снежной мелиорации земель // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.444

Original article

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF SNOW RECLAMATION OF LANDS

Maria Mikhailovna Savenkova¹

Polina Tarasovna Ryzhenkova²

Maria Alekseevna Bekryaeva³

scientific supervisor doctor of Technical Sciences, Professor - **Pchelkin Viktor Vladimirovich**⁴,

^{1,2,3,4} Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev", Moscow, Russia

¹mashasav2004@gmail.com,

²polinaryzhenkova15@gmail.com,

³bekmryyyy@gmail.com,

⁴9766793@mail.ru

Annotation. This review article examines the problem of using snow reclamation of lands as one of the areas of regulation of the water-thermal regime of soils in the context of modern climate change.

Keywords: snow reclamation, winter reclamation, snow cover, snow compaction, soil thermal regime, moisture accumulation, agricultural lands.

For citation: Savenkova M.M., Ryzhenkova P.T., Bekryaeva M.A. Analysis of the efficiency of snow reclamation of lands // Current problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.444

В условиях усиления климатической изменчивости и роста частоты экстремальных погодных явлений особую актуальность приобретает задача повышения устойчивости агроландшафтов. Существенную роль в формировании почвенных процессов в умеренных и северных широтах играет снежный покров, определяющий характер тепло- и влагообмена между почвой и атмосферой в зимний период. Толщина, плотность и продолжительность залегания снежного покрова оказывают прямое влияние на глубину промерзания почвы, сохранность влаги и условия весеннего увлажнения пахотного слоя.

Снежная мелиорация представляет собой совокупность агромелиоративных мероприятий, направленных на целенаправленное изменение свойств снежного покрова с целью оптимизации водно-теплового режима почв. В отечественной научной школе данный подход рассматривается как перспективное направление зимней мелиорации, позволяющее одновременно решать задачи сохранения влаги и регулирования тепловых процессов в почве [1,6]. Особое значение снежная мелиорация приобретает в регионах с выраженными процессами ветровой сублимации снега и неравномерным распределением зимних осадков.

Целью данной работы является обзор и анализ современных исследований российских авторов, посвящённых оценке эффективности снежной мелиорации земель. Для достижения поставленной цели в статье обобщены результаты работ, в которых рассматриваются тепловые и водные эффекты уплотнения снежного покрова, а также дана оценка возможности практического применения данных методов в различных природно-климатических зонах России.

Для подготовки обзорной статьи были проанализированы научные публикации российских исследователей, опубликованные в профильных журналах в 2022–2026 гг., посвящённые вопросам снежной и зимней мелиорации земель.

В ряде работ отмечается, что снежный покров выполняет функцию естественного теплоизолятора, снижая интенсивность теплового потока от поверхности почвы в атмосферу [1,2,5]. При этом изменение плотности и толщины снега в результате его уплотнения приводит к изменению термического сопротивления снежного слоя и, как следствие, к перераспределению тепловых потоков. Согласно результатам исследований, степень увеличения удельного теплового потока при уплотнении снега пропорциональна квадрату коэффициента уплотнения и практически не зависит от теплофизических свойств грунта [1].

Особый интерес представляют данные, полученные для зоны многолетней мерзлоты, где снежная мелиорация рассматривается как способ стабилизации температурного режима поверхности грунта и восстановления земель, нарушенных термокарстовыми процессами. В работах [1,3] показано, что регулируемое уплотнение снежного покрова позволяет достигать заданной температуры поверхности грунта без применения энергоёмких инженерных сооружений.

В лесостепных и степных районах основное значение снежной мелиорации связано с проблемой сохранения влаги. Значительная часть зимних осадков в данных регионах теряется в результате ветровой сублимации и перераспределения снега [1,6]. Применение приёмов уплотнения снежного покрова снижает интенсивность данных процессов и способствует увеличению запасов влаги к моменту начала весеннего таяния [2,4]. По данным расчётов, приведённых в современных исследованиях, удельный снеговой запас на сельскохозяйственных угодьях при использовании снежной мелиорации может увеличиваться почти в два раза по сравнению с естественными условиями [1].

Таблица 1 – Влияние уплотнения снежного покрова на тепловой поток и глубину промерзания почвы по данным российских исследований

Показатель	Без мелиорации	При снежной мелиорации
Средняя плотность снега, кг/м ³	200–250	350–450
Термическое сопротивление снежного покрова, м ² ·К/Вт	Высокое	Пониженное
Удельный тепловой поток, Вт/м ²	Низкий	Повышенный
Глубина промерзания почвы, см	60–80	70–90

Наряду с тепловыми эффектами важным результатом снежной мелиорации является снижение потерь влаги в снежном покрове. В работах

[1,4] предложен метод количественной оценки изменения влагоёмкости снега с учётом коэффициента эффективности трамбования. Установлено, что при рациональной степени уплотнения возможно существенное снижение сублимационных потерь при незначительном увеличении глубины промерзания почвы.

Таблица 2 – Изменение запасов влаги в снежном покрове при различных коэффициентах эффективности уплотнения

Коэффициент эффективности уплотнения	Потери влаги, %	Увеличение снеготопаса
0,7	45-50	Незначительное
0,5	30-35	В 1,5 раза
0,3	20-25	До 2 раз

Представленные данные свидетельствуют о том, что эффективность снежной мелиорации во многом определяется выбором оптимальной степени уплотнения снежного покрова. При этом требования к трамбованию снега различаются в зависимости от целевых задач: для борьбы с криогенными процессами необходима более высокая степень уплотнения, тогда как для максимального сохранения влаги предпочтительно умеренное трамбование [1].

Проведённый обзор современных отечественных исследований позволяет сделать вывод о высокой эффективности снежной мелиорации как инструмента регулирования водно-теплового режима почв. Установлено, что уплотнение снежного покрова позволяет целенаправленно изменять тепловые потоки на поверхности грунта и существенно снижать потери влаги в зимний период.

Снежная мелиорация может успешно применяться как в зоне многолетней мерзлоты для стабилизации температурного режима и восстановления нарушенных земель, так и в лесостепных районах для повышения влагообеспеченности сельскохозяйственных угодий. Рациональный выбор степени уплотнения снежного покрова является ключевым условием достижения максимального мелиоративного эффекта.

Полученные в российских исследованиях результаты подтверждают перспективность дальнейшего развития и внедрения методов снежной мелиорации в практику земледелия. В дальнейшем целесообразно сосредоточить исследования на региональной адаптации технологий и экспериментальном обосновании оптимальных параметров снежного покрова для различных природно-климатических условий.

Список источников

1. Галкин А.Ф., Железняк М.Н., Жирков А.Ф., Плотников Н.А. Анализ эффективности снежной мелиорации земель // Мелиорация и гидротехника. 2025. Т. 15. № 2. С. 245–269.

2. Иванов В.А., Соколов Д.С. Зимняя мелиорация и регулирование теплового режима почв в агроландшафтах России // Вестник аграрной науки. 2023. № 4. С. 18–27.
3. Кузнецов П.Н., Орлова Е.А. Особенности теплового режима почв в зоне многолетней мерзлоты при различной толщине снежного покрова // Почвоведение. 2022. № 9. С. 1105–1114.
4. Смирнов А.И., Лебедев К.В. Оценка потерь влаги в снежном покрове сельскохозяйственных угодий лесостепной зоны // Агрофизика. 2024. № 2. С. 45–53.
5. Противозерозионные гидротехнические сооружения в агроландшафтах / Н. Н. Дубенок, В. В. Пчелкин, А. В. Лебедев [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Перспект", 2024. – 136 с. – ISBN 978-5-392-42139-8. – EDN DLUSNB.
6. Практика по научно-исследовательской работе : Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 35.03.11 Гидромелиорация / В. В. Пчелкин, И. В. Корнеев, О. М. Кузина [и др.]. – Москва : ООО "Издательство "Спутник+", 2023. – 102 с. – ISBN 978-5-9973-6521-9. – EDN HSFQTL.
7. Дубенок, Н. Н. Современные гидромелиоративные системы / Н. Н. Дубенок, К. Б. Шумакова, С. О. Владимиров. – Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – 195 с. – ISBN 978-5-9675-2008-2. – EDN SWHWNF.

© Савенкова М.М., Рыженкова П.Т., Бекряева М.А. 2026

**ЗАЩИТА СПОРТИВНЫХ ПЛОЩАДОК ОТ ПОВЕРХНОСТНЫХ И
ГРУНТОВЫХ ВОД НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТА: «УЧЕБНЫЙ КОРПУС НА
1050 МЕСТ (ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ НА 750 МЕСТ, ДОШКОЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ НА 300 МЕСТ) ПО АДРЕСУ: ПОС.
ФИЛИМОНКОВСКОЕ, (ВБЛИЗИ Д. МАРЬИНО, НАО)»**

**Анастасия Сергеевна Самсонова¹,
Анастасия Андреевна Дробышева²**

Научный руководитель - Владимир Станислав Олегович³

^{1,2,3} Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Россия

¹asyasamova965@gmail.com,

²princesska_160@mail.ru,

³vladimirov_so@rgau-msha.ru

Аннотация. Авторами обсуждаются вопросы применения различных
методов осушения спортивных площадок для защиты от затопления и
подтопления

Ключевые слова: дренаж, водоотводные лотки, спортивная площадка,
верховодка, грунтовые воды.

Для цитирования: Самсонова А.С., Дробышева А.А., Владимиров С.О.
Защита спортивных площадок от поверхностных и грунтовых вод на примере
объекта: «Учебный корпус на 1050 мест (общее образование на 750 мест,
дошкольное образование на 300 мест) по адресу: пос. Филимонковское, (вблизи
д. Марьино, НАО)» // Современные проблемы и перспективы развития
строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI
Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ
ВО Вавиловский университет, 2026, с.449.

Original article

**PROTECTION OF SPORTS GROUNDS FROM SURFACE AND
GROUNDWATER USING THE EXAMPLE OF THE FACILITY:
«EDUCATIONAL BUILDING FOR 1050 PLACES (GENERAL EDUCATION
FOR 750 PLACES, PRESCHOOL EDUCATION FOR 300 PLACES) AT THE
ADDRESS: FILIMONKOVSKOE VILLAGE (NEAR MARYINO VILLAGE,
NAD)»**

**Samsonova Anastasia Sergeevna¹,
Drobysheva Anastasia Andreevna²,**

scientific supervisor - **Vladimirov Stanislav Olegovich**³,

^{1,2,3} Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev", Moscow, Russia

¹asyasamova965@gmail.com,

²princesska_160@mail.ru,

³vladimirov_so@rgau-msha.ru

Annotation. The authors discuss the use of various methods of draining sports grounds to protect against flooding and underflooding.

Keywords: drainage, drainage canals, sports ground, stagnant water, groundwater.

For citation: Samsonova A.S., Drobysheva A.A. Protection of sports grounds from surface and groundwater using the example of the facility: «Educational building for 1050 places (general education for 750 places, preschool education for 300 places) at the address: Filimonkovskoe village (Near Maryino village, NAD)» // Current problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.449

Поверхностные и грунтовые воды оказывают значительное влияние на состояние спортивных площадок. Атмосферные осадки могут привести к размыванию поверхности, что делает объекты непригодными для тренировок. Подъем грунтовых вод провоцирует подтопление подземных оснований и деформации покрытия. В результате спортивная площадка подвергается комплексному негативному воздействию четырех водных факторов: поверхностных вод, грунтовых вод, сезонной верховодки и вод, образовавшихся вследствие «барражного эффекта». Для снижения этих негативных влияний необходимо предусмотреть эффективную систему поверхностного водоотвода и организовать комплексную дренажную систему, которая защитит территорию спортивного ядра.

Основные проектные решения по устройству дренажной системы школьного стадиона на примере объекта: «Учебный корпус на 1050 мест (общее образование на 750 мест, дошкольное образование на 300 мест) по адресу: пос. Филимонковское, (вблизи д. Марьино, НАО)» предусматривают создание комплексной системы, включающей контур взаимоувязанных однолинейных продольно и поперечно расположенных (относительно оси сооружения) дренажей внутри спортивного ядра. Такое конструктивное решение обусловлено сложным гидрогеологическим строением территории с преобладанием грунтового типа водного питания. Методом осушения является понижение уровня грунтовых вод (УГВ) [1, 84]. Кроме того, конструкцией предусмотрено устройство промежуточной фильтрующей прослойки, препятствующей возникновению вод типа верховодки и отсекающей капиллярное поднятие, а также ускоряющей отвод инфильтруемых

атмосферных вод. Такое проектное решение обеспечивает своевременный отвод всех поступающих вод в условиях разнородных гидрогеологических условий территории объекта. Фрагмент генплана территории спортивного ядра представлен на рисунке 1.

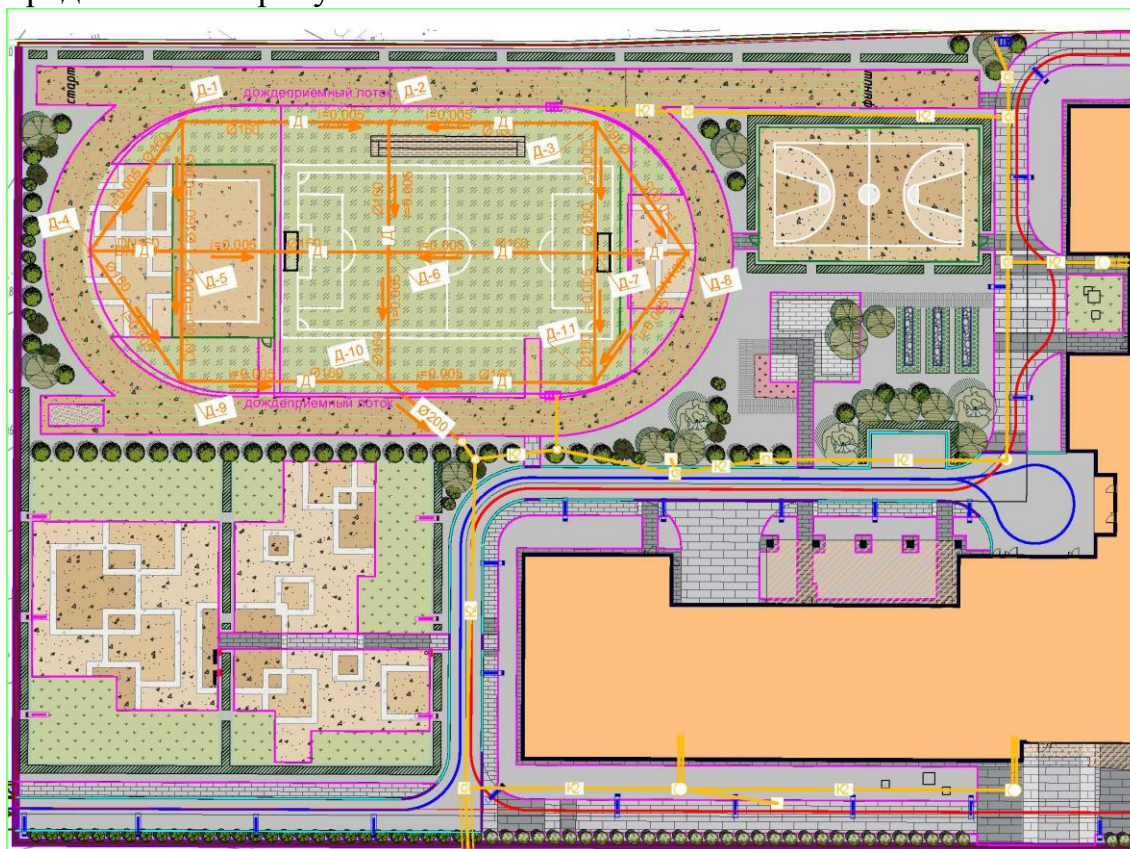


Рисунок 1 – Фрагмент генплана территории спортивного ядра

Одной из проблем при устройстве осушительных систем является кольматация водоприемных частей регулирующих элементов [2, 144]. Во избежание кольматации фильтрующей призмы дренажа и промежуточной фильтрующей прослойки, предусмотрено их обертывание геотекстилем внахлест. Схема укладки дрены с промежуточной фильтрующей прослойкой представлена на рисунке 2.

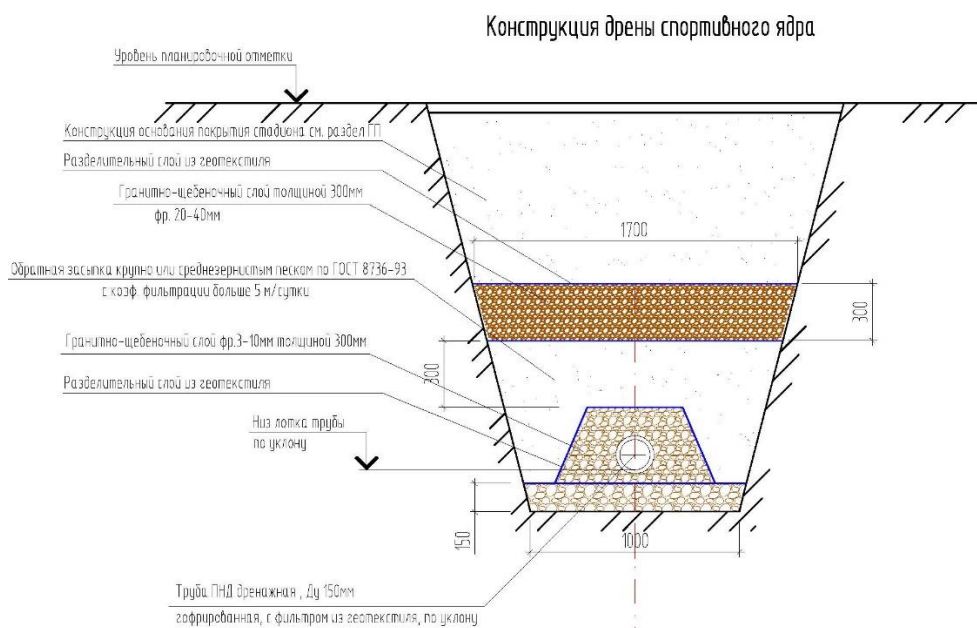


Рисунок 2 – Схема укладки дрена с промежуточной фильтрующей прослойкой

Для удобства использования пространства зеленой зоны (газона) спортивного ядра проектом предусмотрено устройство потайных дренажных колодцев шахтного типа, заглубленных на 20 см относительно дневной поверхности, с сохранением возможности их инспектирования и обслуживания. Общий вид потайного дренажного колодца представлен на рисунке 3.

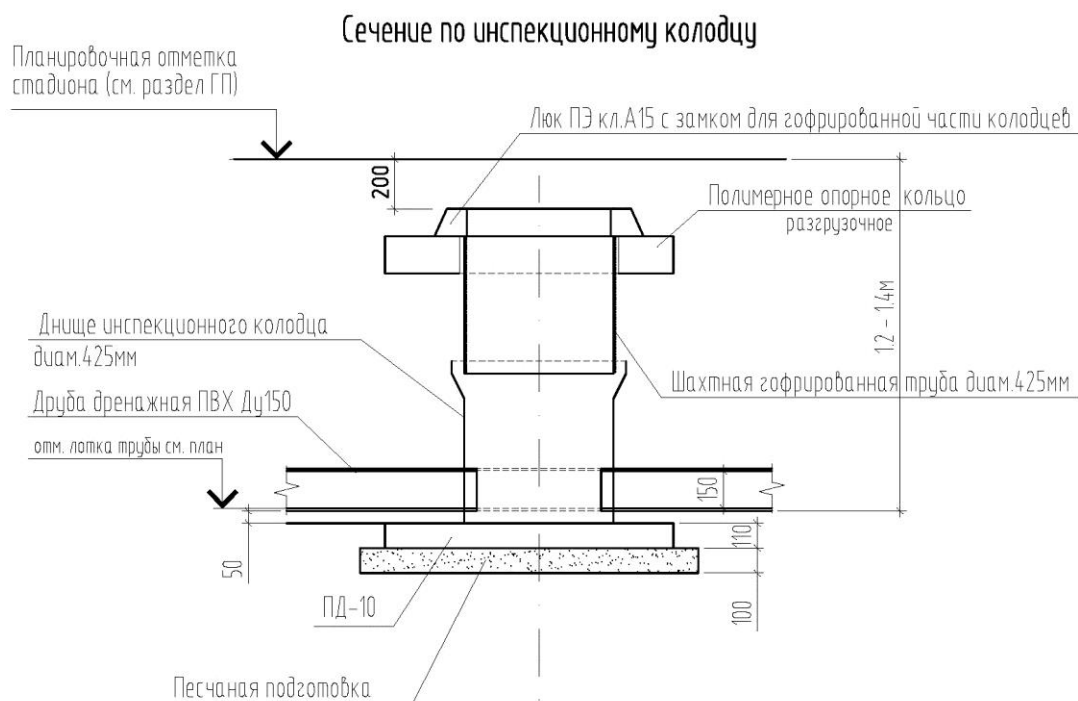


Рисунок 3 – Устройство потайного дренажного колодца

Отведение дренажных вод из осушительной системы осуществляется централизованно (со всего контура) в смотровой колодец сети ливневой канализации (К2) объекта. При этом ввиду отсутствия специфичных для

активного сельскохозяйственного использования химических веществ и биологических элементов дополнительная очистка дренажного стока, (например, с устройством водоприемного очистного колодца и пруда биологической очистки [3, 6] проектными решениями не предусмотрена.

Для перехвата притока атмосферных вод со стороны прилегающей территории проектом (согласно СП 332.1325800.2017 «Спортивные сооружения. Правила проектирования», [4]) предусмотрено устройство окаймляющих водоотводных лотков. При этом в соответствии с требованиями СП 31-115-2006 «Открытые плоскостные физкультурно-спортивные сооружения» [5] сброс из водоотводных лотков следует предусмотрен в ливневую канализацию. Перед сбросом в сеть К2 предусмотрено устройство пескоуловителей (песколовок).

Комплексное решение по устройству составной дренажной и водоотводной системы позволило обеспечить безопасность эксплуатации, предотвратить затопление и подтопление, стабилизировать грунты основания и продлить срок службы покрытий спортивного ядра, позволяя минимизировать возможный материальный ущерб [6, 32] от воздействия неблагоприятного водного режима территории

Список источников

1. Пчелкин, В. В. Конструкция, способ строительства и метод расчета дренажа автомобильных тоннелей / В. В. Пчелкин, К. С. Семенова, С. О. Владимиров // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. – 2024. – № 3(60). – С. 82-95. – DOI 10.24866/2227-6858/2024-3/82-95. – EDN ESTVOB.

2. 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: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова", 2024. – С. 143-146. – EDN DMXQZK.

3. Патент № 2850094 С1 Российская Федерация, МПК E02B 11/00, A01G 25/00. Способ строительства мелиоративной системы : заявл. 19.09.2024 : опубл. 05.11.2025 / В. В. Пчелкин, К. С. Семенова, С. О. Владимиров ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева". – EDN JTGTXR.

4. СП 332.1325800.2017. Свод правил. Спортивные сооружения. Правила проектирования (утв. Приказом Минстроя России от 14.11.2017 N 1536/пр). - Код доступа: <https://docs.cntd.ru/document/556793895>. Вход свободный.

5. СП 31-115-2006 Свод правил по проектированию и строительству. Открытые плоскостные физкультурно-спортивные сооружения

<https://docs.cntd.ru/document/1200050128>. - Код доступа:
<https://docs.cntd.ru/document/556793895>. Вход свободный.

6. Экономическая целесообразность внедрения проектов в области природообустройства / Ф. К. Абдразаков, А. А. Ткачев, А. В. Поморова, А. В. Носенко // Вестник Учебно-методического объединения по образованию в области природообустройства и водопользования. – 2015. – № 8. – С. 30-33. – EDN VBJWOR.

© Самсонова А.С., Дробышева А.А., 2026

Научная статья
УДК 631.6

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПОЗИТНЫХ И ТРАДИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБЛИЦОВКИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ

Эмиль Эдинович Сафин¹

Фярид Кинжаевич Абдразаков²

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

¹mister.safimil@yandex.ru

²abdrazakov.fk@mail.ru

Аннотация. В статье представлены сравнительный анализ технического состояния облицованных оросительных каналов и эффективности применения композитных материалов для их реконструкции. На основе натурных обследований магистральных каналов Энгельсской оросительной системы выявлены основные дефекты бетонных покрытий. Выполнена оценка гидравлической эффективности и фильтрационных потерь для традиционных и инновационных материалов. Установлено, что применение геокомпозитов позволяет повысить коэффициент полезного действия каналов до 0,97 - 0,98 и практически исключить потери воды на фильтрацию.

Ключевые слова: мелиорация, оросительный канал, композитные материалы, бетонная облицовка, противофильтрационное покрытие, фильтрационные потери, гидравлическая эффективность.

Для цитирования: Сафин Э.Э., Абдразаков Ф.К. Сравнительная оценка эффективности композитных и традиционных материалов для облицовки оросительных каналов // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С.454

Original article

COMPARATIVE EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF COMPOSITE AND TRADITIONAL MATERIALS FOR LINING IRRIGATION CANALS

Emil Edikovich Safin¹,

Farid Kinzhaevich Abdrazakov²

^{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

Annotation. The article presents a comparative analysis of the technical condition of lined irrigation canals and the effectiveness of using composite materials for their reconstruction. Based on field surveys of the main channels of the Engels irrigation system, the main defects of the concrete coatings have been identified. The assessment of hydraulic efficiency and filtration losses for traditional and innovative materials has been performed. It has been found that the use of geocomposites makes it possible to increase the efficiency of channels to 0.97–0.98 and practically eliminate water losses for filtration.

Keywords: land reclamation, irrigation canal, composite materials, concrete cladding, anti-filtration coating, filtration losses, hydraulic efficiency.

For citation: Safin E.E., Abdrazakov F.K., Comparative Assessment of the Effectiveness of Composite and Traditional Materials for Lining Irrigation Canals // Modern Problems and Prospects for the Development of Construction, Heat and Gas Supply and Energy Supply: Proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026. P.454

Введение. Оросительные каналы являются ключевым элементом мелиоративных систем, обеспечивающим транспортировку водных ресурсов от источников к сельскохозяйственным угодьям. Эффективность функционирования оросительных сетей напрямую зависит от технического состояния противофильтрационных покрытий каналов. По данным федеральной статистики, протяжённость водопроводящих сооружений в государственной собственности превышает 23 тыс. км, при этом около 20% из них имеют бетонную облицовку со сроком службы от 40 до 70 лет [1].

Критической проблемой эксплуатации оросительных систем является высокий уровень износа гидротехнических сооружений. В Саратовской области износ отдельных каналов достигает 50 - 90%, что приводит к значительным потерям воды на фильтрацию (до 20 - 30% от водозабора) и снижению пропускной способности русел [2]. Традиционные бетонные облицовки подвержены образованию трещин, деформационных швов, сколов и отслоений, что требует регулярных ремонтных работ и увеличивает эксплуатационные расходы.

В связи с этим актуальной задачей становится поиск и внедрение инновационных материалов, способных обеспечить долговечность, герметичность и экономическую эффективность оросительных каналов. Современные композитные материалы (геомембраны, геотекстиль, геокомпозиты) демонстрируют преимущества перед традиционными решениями по ряду технических и эксплуатационных показателей [3].

Цель исследования - проведение сравнительной оценки эффективности композитных и традиционных материалов для облицовки оросительных каналов на основе анализа фильтрационных потерь и гидравлической эффективности.

Материалы и методы исследований. Для достижения поставленной цели были проведены натурные обследования магистральных каналов 1 - 2 очереди Энгельсской оросительной системы (Саратовская область). Обследования включали визуальный осмотр, инструментальные замеры геометрических параметров и оценку состояния противофильтрационных покрытий [4].

В качестве объекта исследования выбраны каналы с бетонной облицовкой из железобетонных плит размерами 6000×1500×120 мм и 6000×3000×120 мм. Протяжённость канала 1 очереди составляет 22 км, канала 2 очереди - 20 км. Проектный расход воды в канале - 17 м³/с, глубина - 4 м, ширина по дну - 4 м [5].

Для оценки эффективности различных типов облицовки использовались следующие расчётные зависимости:

1. Коэффициент фильтрационных потерь (Кф):

$$K_{\phi} = \frac{V_{\text{потерь}}}{V_{\text{подачи}}} \times 100\%$$

(1)

где $V_{\text{потерь}}$ – объём потерянной воды за счёт фильтрации (м³); $V_{\text{подачи}}$ – объём поданной воды в канал (м³).

2. Коэффициент гидравлической эффективности (Кг):

$$K_{\Gamma} = \frac{Q_{\text{факт}}}{Q_{\text{проект}}}$$

(2)

где $Q_{\text{факт}}$ – фактический расход воды, доставляемой потребителю (м³/с); $Q_{\text{проект}}$ – проектный расход воды (м³/с).

Данные показатели позволяют количественно оценить эффективность работы канала и сравнить различные типы облицовочных покрытий. Для композитных материалов использовались данные лабораторных испытаний геокомпозита КАПЛАМ и аналогичных материалов [6].

Результаты и их обсуждение. По результатам обследований магистральных каналов 1–2 очереди Энгельсской оросительной системы выявлены следующие дефекты бетонной облицовки:

– разрушение бетонных плит конической формы (глубина до 130 мм, длина до 1800 мм); – трещины по всей длине плит (глубина до 30 мм); –

деформация и сдвиг плит вследствие подмыва грунта в основании; – разрушение деформационных швов (глубина до 70 мм); – заиливание дна канала (толщина наносов от 0,25 до 0,45 м) [7].

Таблица 1 – Технологические показатели оросительных каналов Энгельского филиала ФГБУ «Управление «Саратовмелиоводхоз»

Оросительный канал	Протяжённость, км	Процент износа, %	Протяжённость заиливания, км	Высота наносов, м
Магистральный канал (1 очередь)	22	40	3	0,25
Магистральный канал (2 очередь)	20	20	1,5	0,15
Итого	42	30	4,5	0,2

Примечание: значения приблизительные по данным натурных обследований 2022–2023 гг. [5, 7]

Анализ данных таблицы 1 показывает, что средний износ каналов составляет около 30%, при этом на отдельных участках износ достигает 40%. Наличие заиливания снижает пропускную способность русла и увеличивает уровень воды, что приводит к дополнительным потерям на фильтрацию через деформационные швы и трещины.

Оценка фильтрационных потерь. Для бетонной облицовки с дефектами коэффициент фильтрационных потерь (формула 1) составляет 20 - 30% от объёма подачи воды. Это подтверждается данными лабораторных экспериментов, где снижение уровня воды в бетонной плите за 96 часов составило 12,5 см [6].

Для композитных материалов (геомембраны, геокомпозиты типа КАПЛАМ) фильтрационные потери практически отсутствуют. Водонепроницаемость данных материалов составляет 100% по результатам испытаний, что позволяет снизить коэффициент K_f до 0 - 2% [6, 8].

Оценка гидравлической эффективности. Коэффициент гидравлической эффективности (формула 2) для каналов с изношенной бетонной облицовкой составляет 0,65 - 0,75. Это обусловлено потерями воды на фильтрацию, заиливанием русла и снижением пропускной способности [4].

Для каналов с композитной облицовкой коэффициент K_g достигает 0,97 - 0,98. Гладкая поверхность геокомпозитов обеспечивает минимальное сопротивление потоку воды и равномерное распределение расхода по длине канала [8].

Сравнительные показатели эффективности различных типов облицовки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная оценка эффективности типов облицовки оросительных каналов

Показатель	Бетонная облицовка	Композитная облицовка
Коэффициент фильтрационных потерь (Кф), %	20 - 30	0 - 2
Коэффициент гидравлической эффективности (Кг)	0,65 - 0,75	0,97 - 0,98
Срок службы, лет	20 - 30	30 - 50
Необходимость ремонта швов	Требуется регулярно	Отсутствует
Устойчивость к деформациям грунта	Низкая	Высокая

Примечание: данные основаны на результатах обследований и лабораторных испытаний [5, 6, 8]

Преимущества композитных материалов. Анализ результатов позволяет выделить следующие преимущества композитных материалов перед традиционной бетонной облицовкой:

1. Герметичность. Геокомпозиты обеспечивают 100% водонепроницаемость, что практически исключаются фильтрационные потери.

2. Гибкость. Материалы способны выдерживать деформации грунта без образования трещин (удлинение до 300 - 500% перед разрывом) [3].

3. Долговечность. Прогнозируемый срок службы композитных облицовок составляет 30 - 50 лет, что превышает показатели бетонных плит на 50 - 100% [8].

4. Технологичность монтажа. Укладка рулонных материалов не требует тяжёлой техники и может быть выполнена в 2 - 3 раза быстрее монтажа бетонных плит [6].

5. Экологичность. Композитные материалы инертны к агрессивным средам, не подвержены биокоррозии и не выделяют вредных веществ в воду [3].

Ограничения и рекомендации. Несмотря на преимущества, композитные материалы имеют определённые ограничения. Геомембраны чувствительны к механическим повреждениям при монтаже, поэтому требуют обязательного защитного слоя (геотекстиль, песок, гравий). В регионах с экстремальными температурами необходимо тщательно подбирать тип полимера для избежания деградации материала [9].

Для каналов Саратовской области рекомендуется применение геокомпозитов типа КАПЛАМ или аналогичных материалов с защитным слоем геотекстиля плотностью 400 - 1000 г/м². Такая конструкция обеспечивает высокую надёжность и долговечность в условиях континентального климата [6, 8].

Заключение. По результатам проведённых исследований можно сделать следующие выводы:

1. Натурные обследования магистральных каналов Энгельсской оросительной системы выявили значительный износ бетонных облицовок (до 40% на отдельных участках), что приводит к фильтрационным потерям воды до 20 - 30% и снижению гидравлической эффективности до 0,65 - 0,75.

2. Применение композитных материалов (геомембраны, геокомпозиты) позволяет повысить коэффициент гидравлической эффективности до 0,97 - 0,98 и практически исключить потери воды на фильтрацию ($K_f = 0 - 2\%$).

3. Композитные облицовки обладают рядом преимуществ перед традиционными бетонными плитами: герметичность, гибкость, долговечность (30 - 50 лет), технологичность монтажа и экологичность.

4. Для оросительных каналов Саратовской области рекомендуется внедрение геокомпозитных материалов с защитным слоем геотекстиля, что обеспечит повышение эффективности оросительных сетей и снижение эксплуатационных расходов.

Внедрение инновационных композитных материалов в мелиоративное строительство является перспективным направлением, способствующим ресурсосбережению и повышению надёжности оросительных систем в условиях современного сельского хозяйства.

Список источников

1. Абдразаков Ф.К. Ресурсосберегающие технологии и машины для интенсификации мелиоративного производства. – Саратов: ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, 2019. – 164 с.

2. Абдразаков Ф.К., Рукавишников А.А. Интенсификация мелиоративного производства путем совершенствования технологий реконструкции и строительства оросительных каналов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2019. – № 1. – С. 6–9.

3. 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.

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

5. Абдразаков Ф.К., Сафин Э.Э. Состояние противофильтрационных покрытий оросительных каналов и пути их совершенствования // Основы рационального природопользования: материалы XIII Национальной конференции. – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2022. – С. 3–7.

6. Абдразаков Ф.К., Сафин Э.Э., Рукавишников А.А. Эффективность инновационного геокомпозита КАПЛАМ для бетонной облицовки оросительных каналов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2025. – № 6. – С. 3–7.

7. Абдразаков Ф.К., Сафин Э.Э. Современное состояние оросительных облицованных каналов Саратовской области и пути их совершенствования // Современные проблемы и перспективы развития строительства: материалы XIII Национальной конференции. – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2023. – С. 168–172.

8. Косиченко Ю.М., Баев О.А. Гидравлическая эффективность оросительных каналов при эксплуатации // Вестник МГСУ. – 2020. – Т. 15. – № 8. – С. 1147–1162.

9. Чернов М.А. Конструкции защитных облицовок каналов и водоемов с применением геосинтетических материалов // Мелиорация и гидротехника. – 2011. – № 3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/konstruktsii-zaschitnyh-oblitsovok-kanalov-i-vodoemov-s-primeneniem-geosinteticheskikh-materialov> (дата обращения: 15.03.2026).

© Сафин Э. Э., Абдразаков Ф. К., 2026

Научная статья
УДК 621.65; 626.8

ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛИВА НА КОМСОМОЛЬСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

Евгений Станиславович Смирнов¹

Николай Федорович Рыжко²

Евгений Александрович Шишенин³

Алексей Владимирович Волков⁴

Иван Валерьевич Ковылин⁵

^{1,2,3,4,5}Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации, г. Энгельс, Россия

¹smirnovj47@mail.ru

²ryzhonf@bk.ru

³ryzhonf@bk.ru

⁴ryzhonf@bk.ru

⁵ryzhonf@bk.ru

Аннотация. В статье рассмотрена возможность увеличения площади орошения на Комсомольской оросительной системе и приводится анализ её использования за последние годы эксплуатации. Цель исследования – провести расчёт, обосновать график полива сельскохозяйственных культур и режим подачи воды на головной насосной станции на Комсомольской ОС при перспективном орошении 16,5 тыс. га. Методика и методология. При расчёте графиков полива учитывались нормативные нормы при 75% обеспеченности влажности года, а также расходно-напорные характеристики насосных агрегатов на Комсомольской ОС. Результаты и обсуждения. Показано проведение реконструкции головной и подкачивающих насосных станций и орошаемых участков на Комсомольской ОС. Проведён расчёт гидромодуля, графиков полива и режимов работы головной насосной станции при перспективном орошении в будущем и увеличении площади орошения до 16500 га. Приведены варианты проведения поливов при различном режиме работы

разменных насосов на головной насосной станции (вариант 1 и 2) и при дополнительном использовании насосов плавучей насосной станции РН-1, а также объёма магистрального канала как водохранилища (вариант 3 и 4). Выводы. Показана возможность полива 16,5 тыс. га с использованием разменных насосов на головной насосной станции и при дополнительном использовании насосов плавучей насосной станции РН-1, а также объёма магистрального канала как водохранилища.

Ключевые слова: оросительная система, головная насосная станция, разменный насос, плавучая станция, оросительный канал, график полив, время полива, резерв времени.

Для цитирования: Смирнов Е.С., Рыжко Н.Ф., Шишенин Е.А., Волков А.В., Ковылин И.В. Технические возможности полива на Комсомольской оросительной системе // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБНУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.460

Original article

TECHNICAL CAPABILITIES OF IRRIGATION ON THE KOMSOMOLSK IRRIGATION SYSTEM

Evgeniy Stanislavovich Smirnov¹

Nikolay Fedorovich Ryzhko²

Evgeniy Alexadrovich Shishenin³

Alexsey Vladimirovich Volkov⁴

Kovylin Ivan Valerevich⁵

^{1,2,3,4,5}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

¹smirnovj47@mail.ru

²ryzhonf@bk.ru

³ryzhonf@bk.ru

⁴ryzhonf@bk.ru

⁵ryzhonf@bk.ru

Annotation. The article considers the possibility of increasing the irrigated area in the Komsomolskaya irrigation system and provides an analysis of its use in recent years of operation. The objective of the study is to calculate and justify the irrigation schedule for agricultural crops and the water supply regime at the head pumping station at the Komsomolskaya IS for the prospective irrigation of 16.5 thousand hectares. Methodology. When calculating the irrigation schedules, the regulatory rates for 75% of the annual moisture supply, as well as the flow-pressure characteristics of the pumping units at the Komsomolskaya IS, were taken into account. Results and

discussion. The reconstruction of the head and booster pumping stations and irrigated areas at the Komsomolskaya IS is shown. The hydromodule, irrigation schedules, and operating modes of the head pumping station are calculated for prospective irrigation in the future and an increase in the irrigated area to 16,500 hectares. Irrigation options are presented using different operating modes of the variable-rate pumps at the main pumping station (options 1 and 2) and with the additional use of pumps from the RN-1 floating pumping station, as well as the main canal's capacity as a reservoir (options 3 and 4). Conclusions. The possibility of irrigating 16,500 hectares using variable-rate pumps at the main pumping station and with the additional use of pumps from the RN-1 floating pumping station, as well as the main canal's capacity as a reservoir, is demonstrated.

Keywords: Irrigation system, head pumping station, changeover pump, floating station, irrigation canal, irrigation schedule, irrigation time, time reserve.

Forcitation: Smirnov E.S., Ryzhko N.F., Shishenin E.A., Volkov A.V., Kovylin I.V. Technical capabilities of irrigation on the Komsomolsk irrigation system // Current problems and prospects for the development of construction, heat, gas and energy supply: Proceedings of the XVI National Conference with international participation – Saratov: Vavilov University, 2026, p.460.

Введение. Продукты растительного происхождения играют значительную роль в пищевом рационе человека [1, 2]. Орошение является важным фактором роста урожайности сельскохозяйственных культур и эффективности аграрного производства.

В конце 1960-х годов было принято решение о начале строительства Волковской (в последствии Комсомольской) оросительной системы. В январе 1973 года на окраине села Подлесное извлечены первые кубометры земли на месте будущего магистрального канала. Новый канал должен был оросить 166 тысяч гектаров земли. На всём его протяжении планировалось построить 13 насосных станций с пропускной мощностью от 2 до 53 кубометров воды в секунду и еще 117 подкачивающих подстанций. К 1988 году мелиоративные тресты ввели в севооборот 79,9 тысячи гектаров поливных земель. Площадь орошения в конце 90-х годов составила 36 тыс. гектар.

К 2020 году площадь полива сократилась до 18 тыс. га, а фактическая площадь полива составляла 6-8 тыс. га. В 2025 году проводили полив на орошаемых участках от ПНС-1 ООО «Агроуспех» – 147 га (всего – 829 га), ПНС 4, 4а и 5 ООО «Наше дело» - 2435,2 га (всего – 3485 га), ПНС-9 – поливает 14 ДМ – 980 га и ПНС-16 – поливает 17 ДМ – 1190 га. Всего поливная площадь составляет 4899 га (всего – 6484 га). Для подачи воды на полив используется плавучая насосная станция РН-1, на которой установлены четыре насоса типа Д4200-55.

В 2020 году принято решение о реконструкции Комсомольской ОС, при этом общая возможная площадь орошения должна увеличиться до 16,5 тыс. га.

В настоящее время на головной насосной станции (ГНС) проведена реконструкция, для подачи воды могут использоваться три насоса марки Д800-

600-810 с электродвигателями ДА304-630т4 мощностью 2000 кВт, а также четыре насоса Д4200-55 плавучей насосной станции РН-1. Расход одного насоса на ГНС в номинальном режиме – 1,7 м³/с (6120 м³/ч), а суммарная 5,1 м³/с или 18360 м³/ч. Рабочий напор – 80 м вод. ст. Диапазон расхода воды от 3600 до 8100 м³/ч и диапазон напора 60-90 м.

В последние годы произошло значительное изменение структуры выращиваемых сельскохозяйственных культур. Практически прекращено выращивание кормовых культур (люцерна, травосмеси, силосная кукуруза и др.) а также, яровая и озимые пшеницы и ячмень. Основная культура на 2025 г. составляет: соя – 66 %, кукуруза на зерно – 28,6 % и подсолнечник – 4,4 %. Эти культуры потребляют меньше воды на полив по сравнению с кормовыми [3-5].

В настоящее время для орошения 2585,2 га используется 45 дождевальных машин (таблица 1). Средняя площадь орошения одной машины равна:

$$S_m = 2582,2 / 45 = 57 \text{ га}$$

Таблица 1 – Число дождевальных машин и площадь орошения

Орошаемое хозяйство	Число ДМ, шт.	Площадь орошения, га
ООО «Агроуспех»	3	147
ООО «Наше дело»	42	2435,2
Всего	45	2582,2

При оптимальном гидромодуле дождевальных машин для Саратовской области $g = 1$ л/с·га средний расход воды машины будет равен:

$$Q = S_m \cdot g = 57 \cdot 1 = 57 \text{ л/с}$$

Для обслуживания площади 16500 га необходимо иметь $N = 288$ дождевальных машин:

$$N = \frac{S_o}{S_m} = 16500 / 57 = 288 \text{ ед.}$$

Исходя из структуры выращиваемых сельскохозяйственных культур, определяем число машин и площади их полива:

- число ДМ на полив сои составит 66 % – 192 ДМ на площади орошения - 10944 га;

- число ДМ на полив кукурузы на зерно составит 28,9 % – 83 ДМ на площади орошения 4731 га;

- число ДМ на полив подсолнечника составит 4,4 % – 12 ДМ на площади – 984 га.

Методика и методология. Сроки и норму полива выращиваемых сельскохозяйственных культур для Саратовской области определяем на основании «Научно-обоснованных рекомендаций», разработанных учеными ФГБНУ «ВолжНИИГиМ», ФГБОУ ВО «Вавиловский университет», ВНПО

«Радуга» и ФГБНУ «РосНИИППМ» [3-6]. Норма полива устанавливается, исходя из коэффициента увлажнения для Марковского района – $K_u = 0,33-0,44$ на год 75 % обеспеченности по дефициту водного баланса (средне-сухой год). В таблице 2 приведены рекомендуемые сроки и нормы полива. При расчёте водоподдачи головной насосной станции Комсомольской ОС учитывались расходно-напорные характеристики трёх разменных насосов Д800-600-810 и четырех насосов на плавучей насосной РН-1.

Результаты и обсуждения. Расчёт графика полива на орошаемых участках Комсомольской ОС.

Вариант 1 – работа трех насосов Д800-600-810 в номинальном режиме – 5100 л/с. Одновременно поливает 33 % дождевальных машин.

При первом поливе сои нормой $300 \text{ м}^3/\text{га}$ – время полива: $t = 4$ дня, гидромодуль равен $0,865 \text{ л/с} \cdot \text{га}$: $g = m/t \cdot 86,4 = 300/4 \cdot 86,4 = 0,865 \text{ л/с} \cdot \text{га}$.

При поливе сои нормой $400 \text{ м}^3/\text{га}$ $t = 5$ дней, гидромодуль равен $0,925 \text{ л/с} \cdot \text{га}$: $g = m/t \cdot 86,4 = 400/5 \cdot 86,4 = 0,925 \text{ л/с} \cdot \text{га}$.

При поливе кукурузы нормой $500 \text{ м}^3/\text{га}$: время полива $t = 6$ дней; гидромодуль равен $0,964 \text{ л/с} \cdot \text{га}$; $g = m/t \cdot 86,4 = 500/6 \cdot 86,4 = 0,964 \text{ л/с} \cdot \text{га}$.

Таблица 2 – Оптимальные сроки и нормы полива выращиваемых сельскохозяйственных культур

Культура	Дата полива	Норма полива $\text{м}^3/\text{га}$	Культура	Дата полива	Норма полива $\text{м}^3/\text{га}$	Культура	Дата полива	Норма полива, $\text{м}^3/\text{га}$
соя	5-8.05	1-300	Кукуруза на зерно	1-5.6	1-400	Подсолнечник	1-5.6	1-400
	6-10.06	2-400		16-20.6	2-400		16-20.6	2-400
	21-25.6	3-400		1-5.7	3-400		1-5.7	3-400
	6-10.7	4-400		16-20.7	4-400		16-20.7	4-400
	21-26.7	5-500		1-6.8	5-600			
Итого		2000			2200			1600

Чтобы обеспечить требуемый полив при помощи трех насосов Д800-600-810 необходимо полив сои проводить в два этапа по 96 машин на площади по 5472 га. Первая группа из 96 машин проводит влагозарядковый полив нормой $300 \text{ м}^3/\text{га}$ за 4 дня – с 5 по 8 мая. А вторая группа тоже из 96 машин поливает нормой $300 \text{ м}^3/\text{га}$ за 4 дня – с 9 по 12 мая. Затем будет перерыв в поливах до июня. Второй и последующие поливы сои также проводим в два этапа.

Первая группа из 96 машин (кукуруза и подсолнечник) проводит полив нормой 400 м³/га за 5 дня – с 1 по 5 июня. А вторая группа тоже из 96 машин поливает сою нормой 400 м³/га за 6 дня – с 6 по 10 и третья группа с 11 по 15 июня. Межполивной интервал – 15 дней. Ведомость поливов и оросительного гидромодуля для укомплектованного графика полива приведена в таблице 3 и показана на рисунке 1.

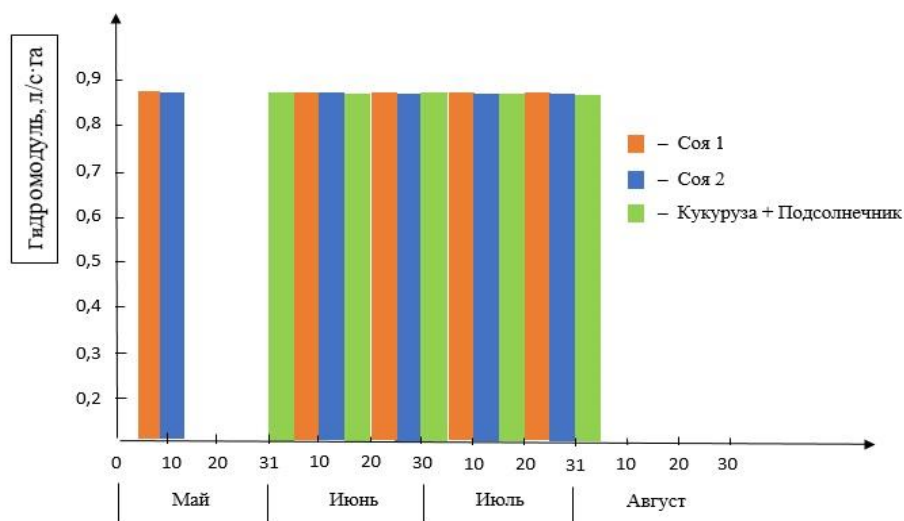


Рисунок 1 – Укомплектованный график поливов на Комсомольской ОС при подаче воды на ГНС-5100 л/с

Таблица 3 – Укомплектованный график поливов орошаемых участков при подаче воды 5100 л/с

Культура	Дата полива	Норма полива м ³ /га	Культура	Дата полива	Норма полива м ³ /га	Культура	Дата полива	Норма полива, м ³ /га
Соя-1	5-8.05	300						
Соя-2	9-12.05	300						
			Кукуруза	1-5.06	400	Подсолн	1-5.06	400
Соя-1	6-10.6	400						
Соя-2	11-15.6	400						
			Кукуруза	16-20.6	400	Подсолн	1-5.06	400
Соя-1	21-25.6	400						
Соя-2	26-30.6	400						
			Кукуруза	1-5.7	400	Подсолн	1-5.06	400
Соя-1	6-10.7	400						
Соя-2	11-15.7	400						
			Кукуруза	16-20.7	400	Подсолн	1-5.06	400
Соя-1	21-26.7	500						
Соя-2	27-31.7	500						
			Кукуруза	1-6.8	600			

Примечание: Соя-1 – поливает первая группа из 96 ДМ на Комсомольской ОС
Соя-2 – поливает вторая группа из 96 ДМ на Комсомольской ОС

Полив кукурузы (83 машины) и подсолнечника (13 машин) проводят одновременно.

Таким образом, три насоса Д800-600-810 обеспечат полив площади 16500 га, но при этом нет перерывов в поливах, нет резервного времени на случай отказа насоса или отключения электроэнергии. Чтобы обеспечить стабильность подачи воды и иметь резерв времени рассмотрим варианты 2-4 повышения подачи воды в канал.

Вариант 2 – работа разменных насосов в максимальном режиме (июнь-июль). Одновременно поливает 33 % дождевальных машин.

При максимальном режиме работы насоса расход воды увеличиваем до 8100 м³/ч, а три агрегата обеспечат подачу 24300 м³/ч или 6750 л/с. Это позволит повысить расход воды ДМ с 57 до 70,3 л/с. Это позволит уменьшить время полива орошаемого участка. Время полива будет равно:

$$T = m \cdot S / Q \cdot 3.6 = 300 \cdot 57 / 70 \cdot 3.6 = 67,5 \text{ час} = 2,8 \text{ дня.}$$

Принимает время полива – 3 дня.

При первом поливе сои нормой 300 м³/га за $t = 3$ дня гидромодуль повышается до 1,157 л/с·га:

$$g = m / t \cdot 86.4 = 300 / 3 \cdot 86,4 = 1,157 \text{ л/с} \cdot \text{га}$$

При поливе сои нормой 400 м³/га за $t = 4$ дня, гидромодуль повышается до 1,157 л/с·га:

$$g = m / t \cdot 86.4 = 400 / 4 \cdot 86,4 = 1,157 \text{ л/с} \cdot \text{га}$$

При поливе кукурузы нормой 500 м³/га за $t = 5$ дней гидромодуль равен 1,157 л/с·га:

$$g = m / t \cdot 86.4 = 500 / 5 \cdot 86,4 = 1,157 \text{ л/с} \cdot \text{га}$$

Ведомость поливов и оросительного гидромодуля для укомплектованного графика полива приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Укомплектованный график поливов орошаемых участков при подаче воды 8100 л/с

Культура	Дата полива	Норма полива м ³ /га	Культура	Дата полива	Норма полива м ³ /га	Культура	Дата полива	Норма полива, м ³ /га
Соя-1	5-7.05	300						
Соя-2	8-10.05	300						
			Кукуруза	1-4.06	400	Подсолн	1-4.06	400
Соя-1	5-8.6	400						
Соя-2	9-12.6	400						
			Кукуруза	16-19.6	400	Подсолн	16-19.06	400
Соя-1	20-23.6	400						
Соя-2	24-27.6	400						
			Кукуруза	1-4.7	400	Подсолн	1-4.07	400
Соя-1	5-8.7	400						
Соя-2	9-12.7	400						
			Кукуруза	16-19.7	400	Подсолн	16-19.7	400
Соя-1	20-25.7	500						
Соя-2	26-30.7	500						
			Кукуруза	1-6.8	600			

В данном режиме работы насосов на ГНС при укомплектованном графике с интервалом 15 дней появляется запас времени по три дня после каждого цикла полива. Это обеспечит стабильность подачи на случай отказа насоса или отключения электроэнергии.

Вариант 3 – работа 3-х насосов в максимальном режиме (июнь-июль), использование 2-х насосов плавучей насосной РН-1 и использование объема магистрального канала. Одновременно поливает 50 % дождевальных машин.

При максимальном режиме работы насоса расход воды увеличиваем до 8100 м³/ч, а три агрегата обеспечат подачу 24300 м³/ч или 6750 л/с. При работе двух насосов Д4200-55 на плавучей насосной станции РН-1 – 8400 м³/ч. Суммарная подача в канал составит 24300+ 8400 = 32700 м³/ч= 9083 л/с. Подкачивающие насосные станции используют дополнительный объем воды в магистральных и распределительных каналах, где будет иметься порядка 1 млн. м³ воды. Это позволит увеличить число одновременно работающих машин до 50% или 144 ед. и увеличить их средний расход воды с 57 до 75 л/с. Суммарный расход воды подкачивающими насосными станциями будет равен 144·75 л/с = 10800 л/с = 38880 м³/га. Из канала будет дополнительно потребляться: 10800-9083 =1717 л/с = 6181 м³/ч. Объем воды, потребленной из канала за 3,5 дня, составит 6181 м³/ч ·24·3,5 =519,22 тыс. м³ (50 % от объема воды в канале).

Время первого полива сои будет равно:

$$T = m \cdot S / Q \cdot 3.6 = 300 \cdot 57 / 75 \cdot 3.6 = 63,3 \text{ час} = 2,6 \text{ дня.}$$

При первом поливе сои нормой 300 м³/га за $t = 2,6$ дня гидромодуль повышается до 1,33 л/с·га:

$$g = m/t \cdot 86,4 = 300/2,6 \cdot 86,4 = 1,33 \text{ л/с} \cdot \text{га}$$

При поливе сои нормой $400 \text{ м}^3/\text{га}$ за $t = 3,5$ дней гидромодуль повышается до $1,33 \text{ л/с} \cdot \text{га}$:

$$g = m/t \cdot 86,4 = 400/3,5 \cdot 86,4 = 1,33 \text{ л/с} \cdot \text{га}$$

При поливе кукурузы нормой $500 \text{ м}^3/\text{га}$ за $t = 4,4$ дней гидромодуль равен $1,1 \text{ л/с} \cdot \text{га}$:

$$g = m/t \cdot 86,4 = 500/4,4 \cdot 86,4 = 1,31 \text{ л/с} \cdot \text{га}$$

Режим полива при норме $300 \text{ м}^3/\text{га}$ будет включать в первой группе полива сои ($2,5$ дня) с 5 по 8 мая – 144 машины. А во второй группе с 8 по 9 мая будут поливать всего 48 машины. Цикл полива составит 5 дней – с 5 по 9 мая. (рис. 2).

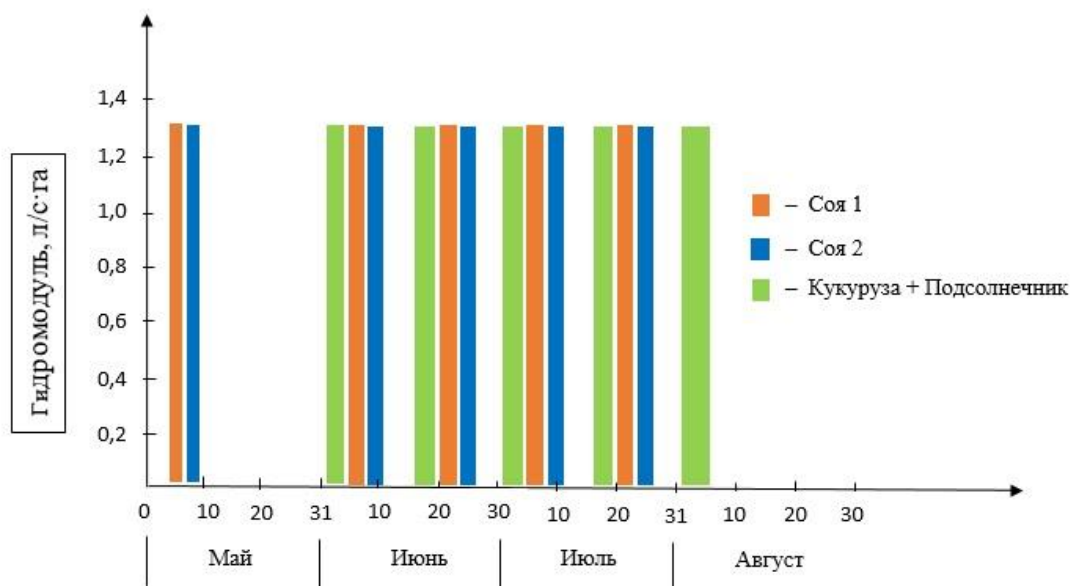


Рисунок 2 – Укомплектованный график поливов на Комсомольской ОС при заборе воды из канала $38880 \text{ м}^3/\text{ч}$ или 10800 л/с

При норме $400 \text{ м}^3/\text{га}$ будут включать в первой группе полива кукурузы и подсолнечника и сои ($3,5$ дня, с 1 по 4 июня) – 144 машины. А во второй группе с 5 по 8 июня будут поливать все оставшиеся 144 машины на сое.

Аналогичным образом будет производиться 3-й, 4-й и последующие поливы.

Ведомость поливов и оросительного гидромодуля для укомплектованного графика полива приведена в таблице 5.

Цикл полива составит 8 дней, а запас времени до следующего полива с интервалом 15 дней будет составлять 7 дней. Это обеспечит стабильность подачи на случай отказа насоса или отключения электроэнергии.

Таблица 5 – Укомплектованный график поливов орошаемых участков при подаче воды 9083 л/с и заборе из канала 10800 л/с

Культура	Дата полива	Норма Полива м ³ /га	Культура	Дата полива	Норма Полива м ³ /га	Культура	Дата полива	Норма полива
Соя-1	5-8.05	300						
Соя-2	8-9.05	300						
Соя-1	1-4.6	400	Кукуруза	1-4.06	400	Подсолн.	1-4.06	400
Соя-2	5-8.6	400						
Соя-1	16-19.6	400	Кукуруза	16-19.6	400	Подсолн.	16-19.06	400
Соя-2	20-23.6	400						
Соя-1	1-4.7	400	Кукуруза	1-4.7	400	Подсолн.	1-4.07	400
Соя-2	5-8.7	400						
Соя-1	16-20.7	500	Кукуруза	16-19.7	400	Подсолн.	16-19.7	400
Соя-2	21-25.7	500						
			Кукуруза	1-6.8	600			

Вариант 4 – работа 3-х насосов в максимальном режиме (июнь-июль), использование 2-х насосов плавучей насосной станции РН-1 и использование объёма магистрального канала. Одновременно поливает 60 % дождевальных машин.

При максимальном режиме работы насоса расход воды увеличиваем до 8100 м³/ч, а три агрегата обеспечат подачу 24300 м³/ч или 6750 л/с. При работе двух насосов Д4200-55 на плавучей насосной станции РН-1 – 8400 м³/ч. Суммарная подача в канал составит: 24300+ 8400 = 32700 м³/ч = 9083 л/с. А при использовании объёма воды в канале 1000 м³/ч, можно увеличить число одновременно работающих машин до 60 % и увеличить средний расход воды машины на площадь 57 га до 63 л/с. Суммарный расход воды подкачивающими насосными станциями будет равен: 173·63 л/с = 10800 л/с. Такая подача воды обеспечивается работой пяти насосов (9073 л/с) и забором воды из канала 1717 л/с. За поливной цикл – 3,6 дня из канала будет изъято 1717·3,6·24·3,6 = 519220 м³ = 519 тыс. м³ (50 %) при объеме в канале 1000 тыс. м³.

В следующем цикле будут поливать 40 % машин (115 ед.) и их расход воды 115·63= 7245 л/с. Здесь будет достаточно работы только трёх насосов Д800-600-810. Это позволит сократить время полива орошаемого участка. Цикл полива составит 8 дней, а запас времени до следующего полива с интервалом 15 дней будет составлять 7 дней. Это обеспечит стабильность подачи на случай отказа насоса или отключения электроэнергии.

Задача филиала Приволжской ОС в весенний подготовительный период укомплектовать график поливов исходя из фактического расхода воды дождевальных машин и насосных агрегатов, а также поливаемых культур.

Запас между поливами имеется, поэтому возможен полив более влаголюбивых кормовых или овощных культур или уменьшить межполивной период и увеличить число поливов за поливной сезон.

Выводы. Проведенные расчёты показывают, что после реконструкции головной насосной станции на Комсомольской ОСпри использовании трех разменных насосов при работе с максимальным расходом воды (вариант 2) возможно выдержать требуемый поливной режим на площади 16,5 тыс. га, а при поливном цикле за 15 дней три дня остаются в резерве. В вариантах 3 и 4 показано, что возможно выдержать поливной режим за 15 дней из которых имеем 7 дней резерва, это обеспечивается при одновременной работе трех насосов на ГНС и двух насосов (из четырех) на плавучей насосной станции РН-1, а также использование объема (1 млн. м³) магистрального канала как водохранилища с забором до 50 % его объёма.

Список источников

1. Шевченко В.А. Мелиорация земель - стратегический фактор устойчивости развития сельского хозяйства в решении продовольственной безопасности России / Орошаемое земледелие. 2025. № 2 (49). – С. 5-6.
2. Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии в мелиоративном комплексе: науч.-практ. изд. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2024. – 120 с. ISBN 978-5-7367-1799-6.
3. Нагорный В.А. Основы водосбережения при орошении в Саратовской области. Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. 2001. 53 с.
4. Рекомендации по интенсивным технологиям воздлывания зерновых культур с программированием урожаев на орошаемых землях Поволжья. / Божко И.А. и др. Саратов 1985. – 84с.
5. Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: Справочник/ под.ред. Б.Б. Шумакова – М. Колос, 1999. – 432 с.
6. ГОСТ-Р58331.3-2019 Системы и сооружения мелиоративные. Водопотребность для орошения сельскохозяйственных культур. Общие требования. – М. Стандартинформ. 2019. – 28 с.

© Смирнов Е.С., Рыжко Н.Ф., Шишенин Е.А., Волков А.В., Ковылин И.В., 2026

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА И КОНЦЕНТРАЦИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ВНУТРИ ГОРНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

**Александр Прокофьевич Усачев¹,
Александр Владимирович Рулев²**

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

¹usachevap@sstu.ru,

²nautech@inbox.ru

Аннотация. В работе показано, что сохранение природного микроклимата в отдельных горных районах основано на наличии замкнутого воздушного пространства внутри горных образований и огибающего их, но не проникающего во внутрь, течения глобального парникового слоя, что обеспечивает в нем значения концентрации и температуры, количество облаков, имевших место до периода потепления климата, то есть до 1959 года. Сохранение такой же температуры в замкнутом воздушном пространстве внутри горных образований без ее повышения достигается за счет сохранения такой же постоянной концентрации без увеличения степени поглощения инфракрасных лучей, отраженных от земной поверхности.

Ключевые слова: уменьшение облаков, водяные пары, парниковый газ, атмосфера Земли, повышение температуры, потепление климата

Для цитирования: Усачев А.П., Рулев А.В. Сравнительный анализ изменения микроклимата и концентрации парниковых газов внутри горных образований // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.471.

Original article

COMPARATIVE ANALYSIS OF MICROCLIMATE CHANGES AND GREENHOUSE GAS CONCENTRATION IN MOUNTAIN FORMATIONS

**Alexander Prokofievich Usachev¹,
Alexander Vladimirovich Rulev²**

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

¹usachevap@sstu.ru,

²nautech@inbox.ru

Annotation. The work shows that the preservation of the natural microclimate in certain mountainous regions is based on the presence of a closed air space within the mountain formations and the flow of the global greenhouse layer that surrounds them but does not penetrate into them, which ensures the concentration and temperature values and the number of clouds that existed before the period of climate warming, i.e., before 1959. The preservation of the same temperature in the closed air space within the mountain formations without its increase is achieved by maintaining the same constant concentration without increasing the absorption of infrared rays reflected from the Earth's surface.

Keywords: reduction of clouds, water vapor, greenhouse gas, Earth's atmosphere, increase in temperature, climate warming

For citation: Usachev A.P., Rulev A.V. Comparative analysis of microclimate changes and greenhouse gas concentration in mountain formations // Modern Problems and Prospects of Construction, Heating, Gas Supply, and Energy Supply: Proceedings of the 16th National Conference with International Participation, 2026, p.471

В период с 1959 по 2025 годы концентрация парниковых газов в атмосферном воздухе увеличилась до $\psi=0,042$ об.%, по сравнению со значением $\psi=0,028$ об.%, которое имело место до 1959 года, вследствие роста объемов сжигания органического углеродосодержащего топлива и связанных с этим выбросов в атмосферу углекислого газа [1,2]. Это привело к увеличению температуры парникового слоя, основным компонентом которого является углекислый газ, на $1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ [3-5].

Сложившаяся ситуация по повышению концентрации углекислого газа и потеплению климата имеет место во всей земной атмосфере. Однако в России с ее географическим разнообразием имеются климатические районы, характеризующиеся специфическими рельефом местности и движением воздушных масс, которые обуславливают сохранение такого же климата, который имел место в период времени до 1959 года, когда концентрация углекислого газа составляла 0,028 об.% [6].

В России насчитывается 38 горных районов, характеризующихся как территории, где высота, рельеф и движение воздушных масс способствуют сохранению практически таких же климатических условий, как до периода потепления, расположенных в горной местности Алтайского, Забайкальского, Камчатского, Краснодарского, Красноярского, Ставропольского краев; в Иркутской, Кемеровской, Оренбургской, Сахалинской областях; в республиках Крым, Дагестан, Тыва, Осетия, Карачаево-Черкесия, Кабардино-Балкария, Бурятия, Чечня; в других республиках, областях и краях [6]. Горные возвышенности в этих районах, как правило, уступчатые, чередуются с долинами и ущельями. Поверхность склонов и долин часто покрыта лесными массивами. Например, площадь территории Алтайского края занята лесными массивами составляет 28 %, Иркутской – 80,4% [7].

Данные измерений концентрации углекислого газа в воздухе Алтайского края по всей высоте, вплоть до отметки стояния облаков нижнего яруса, подтверждают наличие концентрации 0,028 об.% и ниже, свойственной только временному периоду до 1959 года. Также, данные наблюдений показывают сохранение численности дождевых облаков нижнего яруса в период глобального потепления. Такие уникальные особенности климата отдельных горных районов в период глобального потепления до настоящего времени не нашла научного объяснения.

Схема движения воздушных масс для горной местности приведена на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1 горные возвышенности 1 препятствуют проникновению горизонтальных воздушных масс 2 парникового слоя с концентрацией углекислого газа 0,042 об.%, продвигающихся вдоль земной поверхности за счет естественного конвективного течения воздуха в расположенное между соседними хребтами 1 воздушное пространство 3 с концентрацией углекислого газа 0,028 об. %. Вследствие этого изменение концентрации происходит только на границе между указанными выше пространствами 2 и 3.

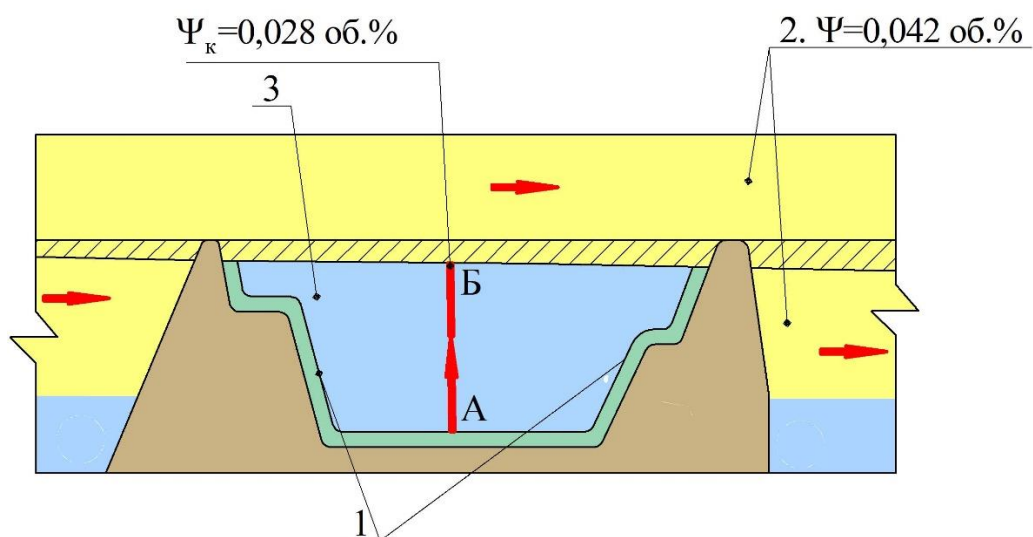


Рисунок 1 - Схема движения воздушных масс в горной местности

Наличие углекислого газа в пространстве 3 постоянной и минимальной концентрации 0,028 об.%, показанной по данным [6, 8, 9] на рисунке 2.а прямой линией 1 красного цвета, не приводит к росту его температуры. Это объясняется, тем что поглощение энергии углекислым газом в инфракрасном спектре при низких концентрациях углекислого газа, равных 0,028 об.%, осуществляется только при двух длинах волн 4,26 мкм и 14,99 мкм [6, 8, 9].

Поскольку в пространстве 3 не происходит повышение концентрации углекислого газа, по сравнению с доиндустриальным периодом (до 1959 года) поглощение энергии углекислым газом в инфракрасном спектре, осуществляется также только при двух длинах волн 4,26 мкм и 14,99 мкм, что согласно [6, 8, 9], не приводит к росту температуры.

Аппроксимирующая линия 3 температуры углекислого газа, построенная по данным [6, 8, 9] показана на рисунке 2.b красным цветом.

В то же время, в индустриальный период с 1959 по 2025 год концентрация парниковых газов в атмосферном воздухе парникового слоя, окружающем горные образования 4 с наружной стороны, увеличилась до $\psi=0,042$ об.%, по сравнению со значением $\psi=0,028$ об.%, которое имело место до доиндустриального периода (до 1959 года), вследствие роста объемов сжигания органического углеродосодержащего топлива и связанных с этим выбросов в атмосферу углекислого газа [1-6].

Согласно данным [6, 8, 9], при повышении концентрации углекислого газа поглощение становится значительно более интенсивным, за счет активизации полосы излучения между длинами волн 4,26 мкм и 14,99 мкм, и начинает поглощаться большее количество инфракрасного излучения, чем раньше.

Аппроксимирующая линия 2 концентрации углекислого газа в атмосферном воздухе парникового слоя 2 (см. рисунок 1), окружающем горные образования 1 с наружной стороны, построенная по данным [6, 8, 9], показана на рисунке 2.a черным цветом.

Из графика видно, что повышение концентрации углекислого газа в течение периода с 1959 по 2025 год происходит достаточно плавно, немного ускоряясь в период с 2000 по 2025 год.

Аппроксимирующая линия 4 повышения температуры парникового слоя 9, окружающего горные образования 4 с наружной стороны, построенная по данным [6, 8, 9] показана на рисунке 2.b черным цветом. Из рисунка 2.b видно, что при повышении концентрации углекислого газа рост температуры становится значительно более интенсивным, за счет активизации полосы излучения между длинами волн 4,26 мкм и 14,99 мкм [6, 8, 9].

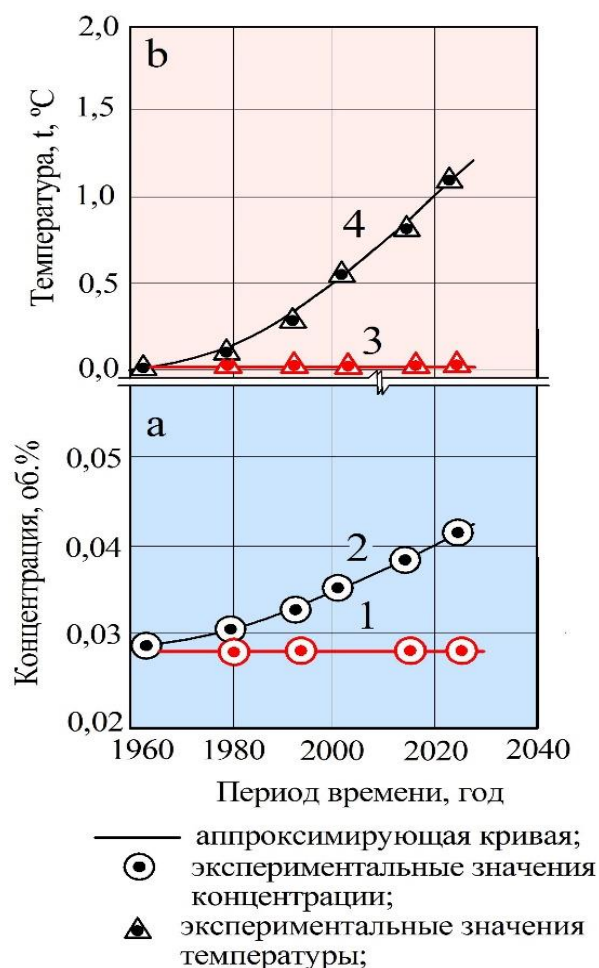


Рисунок 2 - Изменение концентрации и температуры углекислого газа в пространстве, расположенном между горными образованиями, в течение периода с 1959 по 2025 год

Линия 4 на рисунке 2.b растет не линейно, а примерно логарифмически. Это значит, что величина поглощения лучей и температура парникового слоя, изменяется более интенсивно, по сравнению с повышением концентрации углекислого газа (линия 4 на рисунке 2.b). Из графика видно, что температура парникового слоя 9, основным компонентом которого является углекислый газ, увеличивается на 1,1 °C [1-6]. Эта уникальная особенность несет в себе серьезную опасность стремительного потепления климата и требует тщательного учета.

Важным параметрами, определяющими климат в воздушном пространстве отдельных горных районов и в общем парниковом слое окружающем Землю, является плотность воздуха и выталкивающая сила, заставляющая воздух с растворенными в нем водяными парами подниматься вверх на отметку стояния дождевых облаков.

Вывод

Сохранение природного микроклимата в отдельных горных районах основано на наличии замкнутого воздушного пространства внутри горных образований и огибающего их, но не проникающего во внутрь течения глобального парникового слоя, что обеспечивает в нем значения концентрации и температуры, количество облаков, имевших место до периода потепления

климата, то есть до 1959 года. Сохранение такой же температуры в замкнутом воздушном пространстве внутри горных образований, без ее повышения, как это показано линией 3 на рисунке 2.б, достигается за счет сохранения такой же постоянной концентрации (линия 1 на рисунке 2.а) без увеличения степени поглощения инфракрасных лучей отраженных от земной поверхности.

Список источников

1. Парниковый эффект: причины и последствия. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://plus-one.ru/manual/2022/06/24/parnikovyy-effekt-prichiny-i-posledstviya?ysclid=mgtf40xn4j575835475>. (дата обращения 10.04.2026 г.).
2. Schneider T. Possible climate transitions from breakup of stratocumulus decks under greenhouse warming / T. Schneider, C.M. Kaul, K.G. Pressel. Nat. Geosci. 12, 2019. PP. 163–167. DOI:10.1038/s41561-019-0310-1.
3. Семенов С. М. Парниковый эффект и его антропогенное усиление / С. М. Семенов. Солнечно-земная физика. 2012. № 21(134). С. 10-17.
4. Carbon dioxide now more than 50% higher than pre-industrial levels. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.noaa.gov/news-release/carbon-dioxide-now-more-than-50-higher-than-pre-industrial-levels> (дата обращения 10.04.2026 г.)
5. Regional climate change: consensus, discrepancies, and ways forward / T.A. Shaw, P.A. Arias, M. Collins et al. Frontiers in climate, 2024. Vol. 6. DOI:10.3389/fclim.2024.1391634.
6. Смирнов Б.М. Проблемы глобальной энергетики атмосферы / Б.М. Смирнов. Теплофизика высоких температур, 2021 Т. 59, №4. С. 589-599.
7. Потепление климата Земли: проблемы, последствия и влияние на экологическую безопасность: монография / под редакцией В. Г. Ларионова. М: Дашков и К, 2022. 260 с.
8. Смирнов Б. М. Инфракрасное излучение в энергетике атмосферы / Б. М. Смирнов. Теплофизика высоких температур. 2019. Т. 57, № 4. С. 609–633.
9. Смирнов Б.М. Энергетический баланс Земли и атмосферы / Б.М. Смирнов. Энергия: экономика, техника, экология. 2016. № 4. с. 9-17.

© Усачев А.П., Рулев А.В. 2026

УТИЛИЗАЦИЯ И ПЕРЕРАБОТКА БЫТОВЫХ ОТХОДОВ, И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Андрей Викторович Хизов

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия,
ivanhizov@mail.ru

Аннотация. В представленной статье рассматриваются вопросы утилизации и переработки бытовых отходов, их негативного влияния и отрицательного воздействия на окружающую среду. Раскрываются направления по снижению влияния на экологию.

Ключевые слова: утилизация, переработка, бытовые отходы, экология, мусор, свалки, окружающая среда.

Для цитирования: Хизов А.В. Утилизация и переработка бытовых отходов, и их влияние на окружающую среду // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С.477

Original article

DISPOSAL AND RECYCLING OF HOUSEHOLD WASTE AND ITS IMPACT ON THE ENVIRONMENT

Andrey Viktorovich Khizov

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia,
ivanhizov@mail.ru

Annotation. This article discusses the issues of recycling and recycling of household waste, their negative impact and negative impact on the environment. The directions for reducing the impact on the environment are revealed.

Keywords: recycling, recycling, household waste, ecology, garbage, landfills, environment.

For citation: Khizov A.V. Utilization and processing of household waste, and their impact on the environment // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: proceedings of

Ежегодно в России каждый гражданин выбрасывает примерно 400 - 500 кг мусора. Ситуация с отходами в стране сложная [1].

В 2018 году только лишь 6 % мусора отправлялось на переработку или сжигалось, остальной мусор вывозился на переполненные полигоны. В первое десятилетие XXI века в нашей стране было свыше 2 000 незаконных свалок, на которых сжигали мусор и совершенно никто не думал об экологичной утилизации [1].

Проблема утилизации и переработки бытовых отходов вот уже долгое время в России ставиться во главу угла, но решить ее до сих пор так и не удается. Для улучшения экологии в стране важно реализовать актуальный вопрос - утилизации и переработки бытовых отходов, который рассматривается в статье, и выявляет реальные меры для поддержания хороших условий экологического баланса.

Спланированная в России в 2019 году «мусорная реформа» ставила цель уменьшить количество свалок в городах и населенных пунктах, переработать и утилизировать бытовые отходы, чтобы максимально снизить ущерб, который наносится природе. Но реформа, от которой ожидали более существенных результатов, так полноценно и не заработала.

Хотя, к 2023 году в нашей стране, в городах, было ликвидировано более 111 несанкционированных свалок.

Обращается внимание Правительства РФ, в целях экономии, на отдельный сбор мусора, чтобы появилась возможность использовать вторсырье и возвращать ресурсы в производственный цикл.

Исследуя переработку отходов в различных государствах в 2025 году, установили, что Европа является мировым лидером по переработке отходов: в Швейцарии – 100 %, в Азии: - Тайвань - 96,7 %, в США - 40 %, а в России лишь 4 %. В Швейцарии более 19 лет нет ни одного полигона, весь мусор перерабатывается.

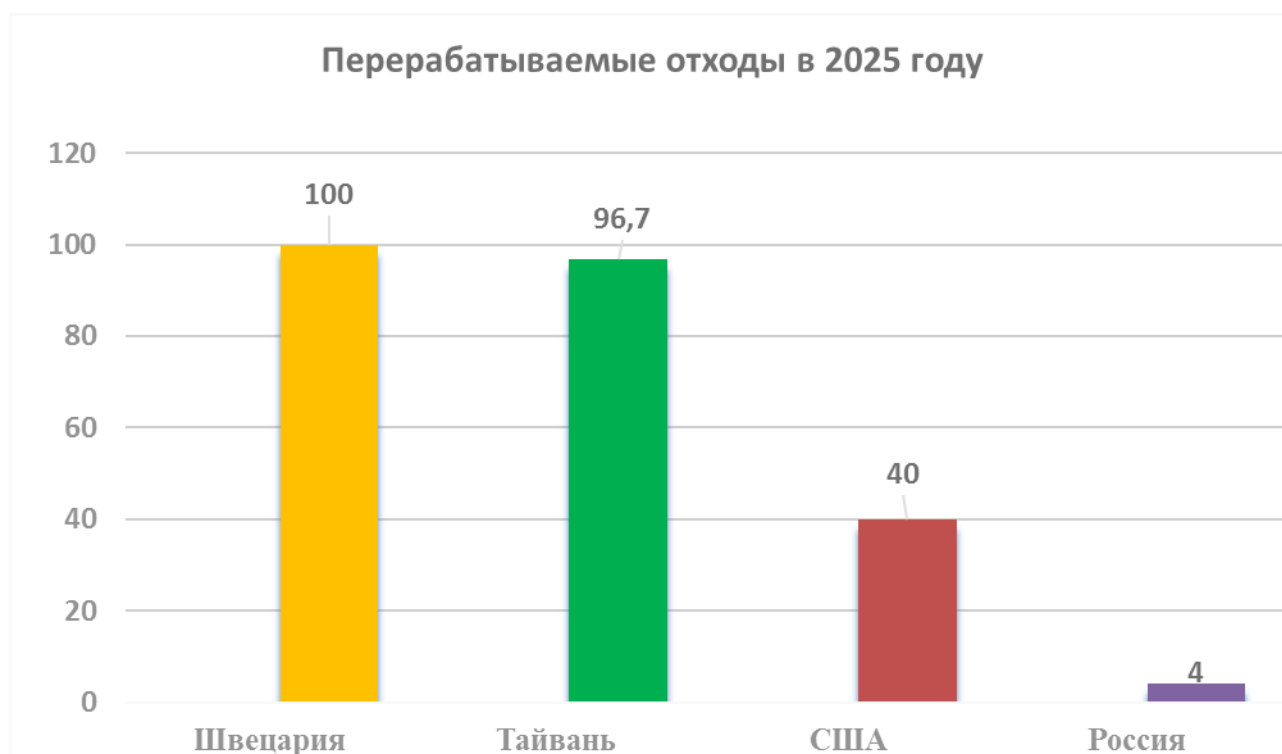


Рисунок 1- Перерабатываемые отходы в 2025 году в различных государствах в % отношении

В результате статистических подсчетов установили, что примерно около 600 миллиардов кг бытового мусора за год выбрасывает человек в России в процессе своей деятельности

Основываясь на работы авторов по «мусорной реформе», созданной в стране 1 января 2019 года, и на сегодняшний момент лишь только 2 % отходов сжигается, а 4 % отправляется на вторичную переработку. А остальные отходы продолжают гнить на свалках, выбрасывая в атмосферу вредные и опасные газы, а разлагающиеся автомобильные шины, пластик и другие неорганические вещества отравляют воду и почву [2, с. 147]. На мусорных полигонах появляются крысы, которые являются источником и разносчиком болезней.

В настоящий момент все регионы России перешли к раздельному сбору отходов и это повысит уровень сознания людей, их ответственность к экологической составляющей нашей природы. Все больше отходов будет использоваться для вторичной переработки. А сбор, вывоз и захоронения отходов переданы региональным операторам и специализированным компаниям.

В соответствии с «мусорной реформой» продолжают строится мусороперерабатывающие заводы, ликвидируются несанкционированные свалки, существует запрет на незаконный выброс мусора, сокращается число мусорных полигонов, осуществляется лицензирование услуг по утилизации мусора и закрытие незаконных полигонов.

Это комплекс мероприятий направлен на улучшение экологической обстановки, связанной с проблемным вопросом по утилизации и переработке бытовых отходов и их незаконном распространении.

Но существуют и проблемы «мусорной реформы», которые тормозят решение этого вопроса.

Многие мусороперерабатывающие комплексы ещё на стадии строительства (особенно в небольших муниципалитетах).

Не хватает контейнеров и площадок под мусор.

Чтобы сдать отходы (например, лампочки, батарейки и т.д.) людям необходимо ехать на пункт сбора, а это очень неудобно.

Ежегодно растут тарифы вывоза твердых коммунальных отходов (ТКО) и часто несвоевременно вывозится мусор из контейнеров, в особенности зимой. А в разных регионах страны тарифы установлены различные.

В Российском законодательстве дается определение утилизации - это использование отходов для производства товаров, выполнения работ, оказания услуг, а также повторное применение по прямому назначению и использование в качестве источника энергии. А вот к способам утилизации относятся: сжигание, захоронение и переработка.

При сжигании образуются вредные выбросы более 250 веществ (диоксидов азота, диоксины, фураны и другие) [3, с.101]. Но можно использовать тепловую энергию и электричество. Тогда возможно сэкономить бюджет и снизить воздействие на природную среду.

Проблемы утилизации:

- недостаточно выделяется средств на утилизацию;
- отсутствие информативности, населению не разъясняется необходимость раздельного сбора отходов;
- маркетинговая проблема (не каждый хочет скупать продукцию из вторсырья);
- нет специальных служб, которые занимались этим вопросом;
- нет единства, т.к. в разных регионах разные ответственные.

Но оставлять эту проблему на том уровне, который сейчас имеется тоже нельзя. Здоровье жителей нашей страны и экологическая ситуация в России желают лучшего.

В Западных государствах мусор разделяется по контейнерам и раскладывается. В Германии сложилась система глубокой сортировки. На площадке мусора должно быть 3 контейнера: для пищевых отходов, пластика, пакетов и упаковок, и для картона и бумаги. Стекланные банки, бутылки сдаются отдельно в общественные баки. Высокие штрафы за неправильно выкинутые отходы - 30-50 евро. Во Франции давно существует раздельный сбор отходов. Крышки баков красят в разные цвета.

В США система штрафов стимулирует выносить мусор в определенное место в обозначенные контейнеры.

А у нас в стране раздельный сбор мусора только на стадии развития. Обязательное использование цветных контейнеров для раздельного сбора мусора начнет действовать только с 1 января 2030 года [1].

Но появились и перспективы. Теперь за мусор будет отвечать региональный оператор с 01.09.2025 года. Вторсырье теперь будет отправляться не на свалки, а на перерабатывающие заводы. Продолжается строительство мусоросортировочных и перерабатывающих заводов, на строительство которых выделены деньги.

Но еще очень низкая просветительская работа по разделению мусора, о которой надо начинать говорить еще в школе, с детьми.

Чтобы успешно развивалась реформа надо адаптироваться к новым правилам сортировки мусора. Строгий контроль власти за соблюдением законодательства. Необходимо участие каждого гражданина в этой реформе, а в это время, должного терпения и слаженности жителей, участие их в важном процессе экологической составляющей [4, с. 2].

В заключении обращаю внимание, что утилизация и переработка бытовых отходов в полном объеме так и не решена. Представленные направления по снижению негативного воздействия по утилизации и переработке бытовых отходов: сжиганию, захоронению и переработке отходов, недопущению размещения незаконных полигонов, незаконных выбросов ТКО, строительства мусоросортировочных станций и мусороперерабатывающих заводов, правил разделения мусора будут положительно влиять на природоохранную деятельность и экологическую обстановку в стране. Этими вопросами и надо заниматься уже сейчас, чтобы достичь существенного результата.

Список источников

1. Перспективы и проблемы мусорной реформы РФ в 2025г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://greencitymsk.ru> - (дата обращения: 15.04.2026).

2. Хизов А.В. Проблема сбора, переработки, утилизации бытовых и производственных отходов и их влияние на экологию// Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции 15-16 мая 2024 г.– Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2024, с. 146-149.

3. Гнетов Е.М. Утилизация промышленных отходов в России и в мире: проблемы и решения // Neftegaz.RU., 2020, №3, с. 98-105.

4. Мусорная реформа в России в 2026 году: закон, новости,.. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.kp.ru › family › ecology › musornaya-reforma> - (дата обращения: 15.04.2026).

© Хизов А.В., 2026.

РОЛЬ МЕСТНЫХ БЮДЖЕТОВ В РАЗВИТИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Владимир Андреевич Штефанько ¹,
Айгуль Мамаевна Казамбаева ²

¹Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет,
г.Уральск, Казахстан

²Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г.
Уральск, Казахстан

¹thedirknight@inbox.ru

²aigul_km@bk.ru

Аннотация. В статье рассмотрена роль местных бюджетов в развитии инженерной инфраструктуры Западно-Казахстанской области. Проведен анализ динамики и структуры бюджетных расходов на развитие инфраструктуры, включая жилищно-коммунальное хозяйство, водоснабжение и благоустройство территорий. Выявлены ключевые проблемы, связанные с высокой зависимостью от межбюджетных трансфертов и ограниченностью собственной доходной базы. Обоснованы направления повышения эффективности бюджетного финансирования и развития инфраструктуры региона.

Ключевые слова: бюджет, инфраструктура, финансирование, расходы, трансферты, ЖКХ, регион.

Для цитирования: Штефанько В.А., Казамбаева А.М. Роль местных бюджетов в развитии инженерной инфраструктуры Западно-Казахстанской области // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XV Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С.482

Original article

THE ROLE OF LOCAL BUDGETS IN THE DEVELOPMENT OF ENGINEERING INFRASTRUCTURE IN WEST KAZAKHSTAN REGION

Vladimir Andreevich Stefanko ¹,
Aigul Mamayevna Kazambayeva ²

¹West Kazakhstan University of Innovation and Technology, Uralsk, Kazakhstan

²West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan,
Uralsk, Kazakhstan

¹thedirknight@inbox.ru

²aigul_km@bk.ru

Abstract. The article examines the role of local budgets in the development of engineering infrastructure in the West Kazakhstan region. It analyzes the dynamics and structure of budget expenditures on infrastructure development, including housing and communal services, water supply, and landscaping. The article identifies key problems related to the high dependence on interbudgetary transfers and the limited availability of own revenue sources. The article substantiates the directions for improving the efficiency of budget financing and infrastructure development in the region.

Keywords: budget, infrastructure, financing, expenditures, transfers, housing and communal services, region.

For citation: Shtefanko V.A., Kazambaeva A.M. The Role of Local Budgets in the Development of Engineering Infrastructure in the West Kazakhstan Region // Modern Problems and Prospects of Construction, Heat and Gas Supply, and Energy Supply: Proceedings of the XV National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026. P.482

Развитие инженерной инфраструктуры является одним из ключевых факторов устойчивого социально-экономического развития регионов. Инфраструктура, включающая системы водоснабжения, теплоснабжения, жилищно-коммунального хозяйства и благоустройства, формирует базовые условия для функционирования экономики и повышения качества жизни населения [1].

В современных условиях в Республике Казахстан значительная роль в финансировании инфраструктуры принадлежит местным бюджетам. Однако высокая зависимость регионов от межбюджетных трансфертов и ограниченность собственной доходной базы снижают уровень финансовой самостоятельности и эффективность управления инфраструктурными проектами.

Целью статьи является оценка роли местных бюджетов в развитии инженерной инфраструктуры Западно-Казахстанской области и выявление направлений повышения эффективности бюджетного финансирования.

Инженерная инфраструктура представляет собой совокупность объектов и систем, обеспечивающих функционирование экономики и жизнедеятельность населения, включая водоснабжение, теплоснабжение, канализацию, энергоснабжение и жилищно-коммунальные услуги [2].

Местные бюджеты являются основным финансовым инструментом развития инфраструктуры на региональном уровне. Через бюджетный механизм осуществляется перераспределение финансовых ресурсов, финансирование капитальных вложений и содержание инфраструктурных объектов.

В системе публичных финансов местные бюджеты выполняют распределительную и регулирующие функции. Они обеспечивают финансирование социальных и инфраструктурных проектов, а также оказывают влияние на развитие территорий через бюджетную политику [3].

Анализ данных таблицы 1 показывает, что финансирование инженерной инфраструктуры в Западно-Казахстанской области в 2020-2024 гг. характеризуется неоднородной динамикой и значительным ростом по отдельным направлениям.

Наибольший объем расходов традиционно приходится на сферу жилищно-коммунального хозяйства. В 2020 году расходы составили 45 509,2 млн. тенге, однако в 2022 году наблюдается снижение до 34 898,1 млн. тенге, что связано с перераспределением бюджетных приоритетов. В последующие годы отмечается значительный рост финансирования, и к 2024 году объем расходов достиг 72 479,6 млн. тенге, увеличившись более чем в 2 раза по сравнению с 2022 годом. Это свидетельствует об усилении внимания государства к модернизации коммунальной инфраструктуры и повышению качества услуг населению.

Таблица 1 – Динамика расходов местного бюджета ЗКО на инфраструктуру, млн. тенге [4]

Показатели	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год	2024 год
Жилищно-коммунальное хозяйство	45 509,2	41 389,6	34 898,1	46 077,5	72 479,6
Топливно-энергетический комплекс и недропользование	1 123,2	983,6	406,4	3 881,0	5 724,6
Промышленность, архитектурная, градостроительная и строительная деятельность	782,2	948,6	1 351,7	1 894,3	8 254,6
Транспорт и коммуникации	30 301,0	21 761,4	33 631,9	41 557,6	53 384,8

Расходы на топливно-энергетический комплекс и недропользование в течение анализируемого периода демонстрируют существенные колебания. После снижения с 1 123,2 млн. тенге в 2020 году до 406,4 млн. тенге в 2022 году, в 2023-2024 гг. наблюдается резкий рост, достигший 5 724,6 млн. тенге. Такая динамика может быть обусловлена реализацией отдельных инвестиционных проектов и программ развития энергетической инфраструктуры.

Финансирование промышленности, архитектурной, градостроительной и строительной деятельности имеет устойчивую тенденцию к увеличению. Если в 2020 году расходы составляли 782,2 млн. тенге, то к 2024 году они возросли до 8 254,6 млн. тенге, увеличившись более чем в 10 раз. Это свидетельствует об

активизации инвестиционной деятельности и развитии строительного сектора региона.

Расходы на транспорт и коммуникации также демонстрируют положительную динамику. Несмотря на снижение в 2021 году до 21 761,4 млн. тенге, в последующие годы наблюдается устойчивый рост, и в 2024 году объем финансирования достиг 53 384,8 млн. тенге. Увеличение расходов в данной сфере связано с развитием транспортной инфраструктуры и модернизацией дорожной сети.

В целом можно отметить, что в 2023-2024 гг. наблюдается значительное увеличение бюджетного финансирования инженерной инфраструктуры по всем направлениям. Это свидетельствует о приоритетности инфраструктурного развития в региональной бюджетной политике. Вместе с тем сохраняется высокая волатильность расходов, что указывает на зависимость финансирования от внешних факторов, включая межбюджетные трансферты и реализацию отдельных государственных программ.

Анализ структуры расходов местного бюджета Западно-Казахстанской области на развитие инженерной инфраструктуры в 2024 году (рисунок 2) позволяет выявить существенные диспропорции в распределении финансовых ресурсов между основными направлениями.

Наибольший удельный вес в структуре расходов занимает жилищно-коммунальное хозяйство 51,8%. Это свидетельствует о приоритетной направленности бюджетной политики на обеспечение базовых условий жизнедеятельности населения, включая содержание и модернизацию систем водоснабжения, теплоснабжения и коммунальной инфраструктуры. Высокая доля расходов в данной сфере также обусловлена значительным уровнем физического износа коммунальных сетей, требующих регулярного финансирования и обновления.

Значительную долю занимает направление «транспорт и коммуникации» 38,2%, что отражает активную инвестиционную политику региона в сфере развития транспортной инфраструктуры. Развитие дорожной сети и коммуникаций способствует повышению территориальной связанности, улучшению логистики и росту инвестиционной привлекательности области. В совокупности расходы на ЖКХ и транспорт формируют более 90% всех инфраструктурных затрат, что указывает на концентрацию ресурсов в наиболее социально значимых и капиталоемких секторах.

В то же время расходы на промышленность, архитектурную, градостроительную и строительную деятельность составляют лишь 5,9%. Низкий удельный вес данного направления может свидетельствовать о недостаточном уровне финансирования долгосрочного территориального развития, включая градостроительное планирование и развитие строительной отрасли, что в перспективе может ограничивать комплексное развитие инфраструктуры.

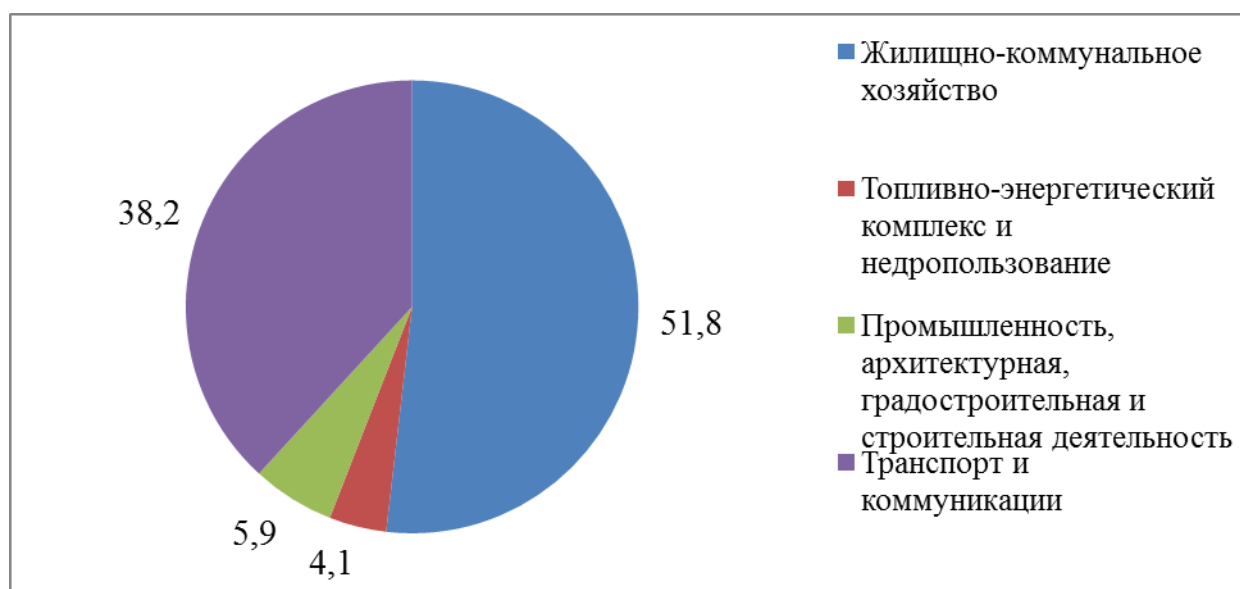


Рисунок 2 - Структура расходов на инфраструктуру, % (2024 г.) [4]

Наименьшую долю занимают расходы на топливно-энергетический комплекс и недропользование 4,1%. Это может быть связано с тем, что финансирование энергетической инфраструктуры в большей степени осуществляется за счет республиканского бюджета или внебюджетных источников, включая инвестиции частного сектора.

В целом структура расходов характеризуется высокой концентрацией бюджетных средств в двух ключевых направлениях жилищно-коммунальном хозяйстве и транспорте, при недостаточном финансировании иных элементов инженерной инфраструктуры. Такая диспропорция свидетельствует о необходимости более сбалансированного распределения бюджетных ресурсов и усиления внимания к развитию энергетической и градостроительной инфраструктуры.

Проведенный анализ динамики и структуры бюджетных расходов позволил выявить ряд системных и взаимосвязанных проблем, сдерживающих эффективное развитие инженерной инфраструктуры Западно-Казахстанской области.

Прежде всего, ключевой проблемой является высокая зависимость местных бюджетов от межбюджетных трансфертов. Несмотря на рост абсолютных объемов финансирования инфраструктуры, значительная часть расходов обеспечивается за счет республиканского бюджета. Это ограничивает финансовую самостоятельность региона и снижает гибкость бюджетной политики, особенно в условиях необходимости оперативного реагирования на инфраструктурные потребности [5].

Второй существенной проблемой выступает ограниченность собственной доходной базы местных бюджетов. Низкий уровень налогового потенциала и слабая диверсификация доходных источников не позволяют обеспечить устойчивое финансирование инфраструктурных проектов. В результате регион

вынужден ориентироваться преимущественно на внешние источники финансирования, что формирует зависимую модель развития.

Третья проблема связана с высокой волатильностью бюджетных расходов. Как показал анализ, в 2020-2024 гг. наблюдаются значительные колебания объемов финансирования по отдельным направлениям, особенно в сфере топливно-энергетического комплекса. Такая нестабильность затрудняет долгосрочное планирование и реализацию инфраструктурных проектов, требующих системного и непрерывного финансирования.

Существенным ограничением является несбалансированность структуры расходов. В 2024 году более 90% всех инфраструктурных расходов сосредоточено в двух направлениях жилищно-коммунальном хозяйстве (51,8%) и транспорте (38,2%). При этом финансирование таких важных направлений, как энергетическая инфраструктура (4,1%) и градостроительная деятельность (5,9%), остается недостаточным. Данная диспропорция ограничивает комплексное развитие инженерной инфраструктуры и снижает эффективность территориального планирования.

Еще одной значимой проблемой является недостаточная эффективность использования бюджетных средств. Высокая доля расходов направляется на поддержание существующей инфраструктуры, в то время как инвестиции в модернизацию и инновационное развитие остаются ограниченными. Отсутствие четкой системы оценки результативности бюджетных программ и КРІ приводит к снижению отдачи от вложенных средств [6].

Отдельного внимания требует высокий уровень физического износа инженерной инфраструктуры. Существующие сети водоснабжения, теплоснабжения и коммунального хозяйства требуют значительных капитальных вложений, однако текущие объемы финансирования зачастую направлены на устранение последствий износа, а не на его предотвращение, что формирует «накопительный эффект проблем».

Кроме того, недостаточный уровень внедрения цифровых технологий и современных методов управления ограничивает возможности повышения эффективности бюджетного процесса. Отсутствие интегрированных цифровых платформ мониторинга и управления инфраструктурными проектами снижает прозрачность, управляемость и контроль за использованием бюджетных ресурсов.

В совокупности выявленные проблемы свидетельствуют о необходимости перехода к более сбалансированной и устойчивой модели финансирования инженерной инфраструктуры, основанной на укреплении собственной доходной базы, повышении эффективности бюджетных расходов и внедрении современных инструментов управления.

Для повышения эффективности развития инженерной инфраструктуры Западно-Казахстанской области и устранения выявленных проблем предлагается реализовать комплекс взаимосвязанных организационно-экономических мер.

Прежде всего, необходимо укрепление собственной доходной базы местных бюджетов. Это может быть достигнуто за счет расширения налогового потенциала региона, стимулирования предпринимательской активности, а также повышения эффективности администрирования налоговых и неналоговых поступлений. Увеличение доли собственных доходов позволит снизить зависимость от межбюджетных трансфертов и повысить финансовую самостоятельность региона.

Важным направлением является повышение эффективности бюджетных расходов. В этих целях целесообразно внедрение системы оценки результативности бюджетных программ на основе ключевых показателей эффективности (KPI), позволяющих оценивать не только объем освоенных средств, но и достигнутые социально-экономические результаты. Это обеспечит переход от затратного к результативному принципу бюджетирования.

С целью привлечения дополнительных финансовых ресурсов необходимо активизировать механизмы государственно-частного партнерства (ГЧП). Привлечение частных инвестиций в развитие инфраструктуры позволит снизить нагрузку на бюджет и ускорить реализацию капиталоемких проектов, особенно в сферах ЖКХ, транспорта и энергетики.

Не менее значимым направлением является внедрение программно-целевого подхода к бюджетному планированию. Формирование и реализация инфраструктурных проектов в рамках государственных и региональных программ позволит обеспечить их системность, согласованность и ориентацию на достижение конкретных результатов [7].

В современных условиях особое значение приобретает цифровизация бюджетного процесса и управления инфраструктурой. Внедрение цифровых платформ мониторинга, учета и анализа бюджетных расходов позволит повысить прозрачность, оперативность принятия решений и контроль за реализацией инфраструктурных проектов.

Кроме того, необходимо обеспечить более сбалансированное распределение бюджетных средств между различными направлениями инфраструктуры. Усиление финансирования энергетической, градостроительной и строительной сфер позволит обеспечить комплексное развитие инфраструктуры и повысить устойчивость региональной экономики.

Реализация предложенных мер будет способствовать повышению эффективности использования бюджетных ресурсов, укреплению финансовой устойчивости местных бюджетов и обеспечению устойчивого развития инженерной инфраструктуры региона.

Местные бюджеты играют ключевую роль в развитии инженерной инфраструктуры Западно-Казахстанской области. Несмотря на рост бюджетного финансирования, сохраняется высокая зависимость региона от межбюджетных трансфертов, что ограничивает финансовую самостоятельность.

Повышение эффективности бюджетной политики и развитие механизмов финансирования инфраструктуры являются важными условиями устойчивого развития региона.

Список источников

1. Зайцева И. А., Острякова Ю. Е. Развитие региональной рабочей силы как фактор повышения качества жизни населения // *Международный журнал гуманитарных и медицинских наук*. – 2016. – Т. 7. – № 1., С. 175–178.
2. Ланцов А. Е. Инфраструктура: понятие, виды и значение // *Статистика и экономика*. – 2013. – № 3., С. 49–54.
3. Тихонькова Е. А. Понятие местного бюджета // *Вестник науки*. 2022. № 3 (48). Т. 3. С. 71–74.
4. Министерство финансов Республики Казахстан. Отчёты об исполнении местных бюджетов за 2020–2024 гг. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.gov.kz> (дата обращения: 01.02.2026).
5. Бюджетный кодекс Республики Казахстан : Кодекс Республики Казахстан от 15 марта 2025 года № 171-VIII [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://adilet.zan.kz> (дата обращения: 30.01.2026).
6. Хафизов Э. Х., Фиапшев А. Б. «Формирование финансовой устойчивости местных бюджетов» // *Вестник Академии знаний*, № 3 (38), 2020, С. 357-360. doi:10.24411/2304-6139-2020-10380
7. Станкевич Э. В. Управление финансовой устойчивостью местных бюджетов // *Финансы и учетная политика*. 2021. № 4. С. 5–9.

© Штефанько В.А., Казамбаева А.М., 2026

Секция 4

Инновационные тренды роботизации и цифровизации в области строительства и АПК

Научная статья

УДК 681.5

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ НА СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТАХ

Индира Тельмановна Абдрахманова

Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет,
г.Уральск, Казахстан
indira.a83@mail.ru

Аннотация: В статье рассматриваются современные подходы к автоматизации управления энергопотреблением на строительных объектах. Анализируются возможности применения цифровых технологий для повышения энергоэффективности, снижения затрат и оптимизации использования ресурсов. Особое внимание уделяется интеллектуальным системам управления, их функциональным возможностям и перспективам внедрения в строительной отрасли.

Ключевые слова: Автоматизация, энергопотребление, строительные объекты, энергоэффективность, цифровизация, интеллектуальные системы, интернет вещей, управление энергоресурсами, мониторинг, оптимизация

Для цитирования: Абдрахманова И. Т. Автоматизация управления энергопотреблением на строительных объектах // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. с. 490

Original article

AUTOMATION OF ENERGY CONSUMPTION MANAGEMENT AT CONSTRUCTION SITES

Indira Telmanovna Abdrakhmanova

West Kazakhstan Innovation and Technological University, Uralsk, Kazakhstan
indira.a83@mail.ru

Abstract: The article examines modern approaches to the automation of energy consumption management at construction sites. The possibilities of applying digital

technologies to improve energy efficiency, reduce costs, and optimize resource utilization are analyzed. Special attention is paid to intelligent control systems, their functional capabilities, and prospects for implementation in the construction industry.

Keywords: automation, energy consumption, construction sites, energy efficiency, digitalization, intelligent systems, Internet of Things, energy resource management, monitoring, optimization

For citation: Abdrakhmanova I. T. Automation of Energy Consumption Management at Construction Sites//Modern Problems and Prospects for the Development of Construction, Heat and Gas Supply, and Energy Supply: Proceedings of the XVI National Conference with International Participation. Saratov: Vavilov University, 2026, p.490

Строительная отрасль относится к числу наиболее энергоёмких секторов экономики, поскольку значительная доля ресурсов расходуется на поддержание технологических процессов, работу оборудования и временной инфраструктуры строительных площадок. В условиях роста стоимости энергоресурсов и повышения требований к энергоэффективности становится необходимым внедрение современных решений, направленных на оптимизацию потребления энергии.

Традиционные подходы к управлению энергоресурсами на стройплощадках преимущественно основываются на ручном контроле, что не позволяет быстро реагировать на изменения эксплуатационных условий. В этой связи особенно актуальной становится автоматизация управления энергопотреблением, которая способствует более рациональному использованию ресурсов и снижению эксплуатационных расходов [1, с. 42].

Развитие цифровых технологий и автоматизированных систем открывает новые возможности для мониторинга, анализа и управления энергопотреблением в реальном времени, что делает данное направление приоритетным в контексте цифровизации строительной отрасли [2, с. 57].

Автоматизация управления энергопотреблением на строительных объектах представляет собой совокупность технических и программных решений, обеспечивающих сбор, обработку и анализ данных о расходе энергии, а также выработку управляющих воздействий на основании полученной информации. Основу таких систем составляют датчики, контроллеры и программное обеспечение, интегрированные в единую информационную среду.

Современные системы автоматизации позволяют вести непрерывный мониторинг параметров энергопотребления, включая электрическую энергию, тепловую энергию и топливо. Информация передаётся в централизованные системы управления, где происходит её обработка и анализ. Это даёт возможность своевременно выявлять отклонения от нормальных режимов и оперативно принимать корректирующие меры [3, с. 68].

Одним из основных преимуществ автоматизации является возможность оптимизации работы оборудования. Интеллектуальные системы управления способны адаптироваться к изменяющимся условиям эксплуатации,

автоматически регулируя нагрузки и распределяя энергоресурсы. Это позволяет снизить избыточное потребление энергии и повысить общую эффективность функционирования строительного объекта [4, с. 75].

Особое внимание уделяется использованию технологий интернета вещей, которые обеспечивают интеграцию различных устройств и систем в единую сеть. Это позволяет получать более полное представление о состоянии объекта и повышает точность принимаемых решений. Интеграция данных из разных источников обеспечивает комплексный подход к управлению энергопотреблением [5, с. 91].

Важное направление развития заключается в применении методов интеллектуального анализа данных. Алгоритмы машинного обучения позволяют прогнозировать расход энергии, выявлять аномалии и разрабатывать оптимальные стратегии управления. Такие решения особенно эффективны в условиях высокой динамики строительных процессов [6, с. 104].

Автоматизация управления энергопотреблением также повышает экологическую эффективность строительных проектов. Снижение расхода энергоресурсов ведёт к уменьшению выбросов загрязняющих веществ и снижению негативного воздействия на окружающую среду. Это соответствует современным требованиям устойчивого развития и экологической безопасности [7, с. 53].

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение автоматизированных систем управления энергопотреблением сопряжено с определёнными трудностями. Среди них можно выделить значительные первоначальные инвестиции, сложность интеграции с существующими системами и необходимость подготовки квалифицированных специалистов. Также важным фактором является обеспечение надёжности и безопасности функционирования таких систем [8, с. 112].

Тем не менее, развитие технологий и накопленный опыт внедрения способствуют постепенному преодолению этих проблем. В современных условиях автоматизация становится неотъемлемым элементом эффективного управления строительными проектами, обеспечивая снижение затрат и повышение конкурентоспособности организаций [9].

Автоматизация управления энергопотреблением на стройплощадках является важным направлением повышения эффективности строительной отрасли. Использование современных цифровых технологий обеспечивает рациональное расходование энергоресурсов, снижение эксплуатационных затрат и повышение экологической безопасности.

Несмотря на существующие трудности внедрения, перспективы развития автоматизированных систем управления энергопотреблением остаются значительными. В будущем ожидается расширение их применения, что позволит создавать более устойчивые и энергоэффективные строительные процессы.

Список источников

1. Иванов А.А. Энергосбережение в строительстве. – М.: Стройиздат, 2021. – 180 с.
2. Петров В.В. Цифровые технологии в энергетике. – СПб.: Питер, 2020. – 220 с.
3. Сидоров Н.Н. Автоматизация инженерных систем. – М.: Инфра-М, 2019. – 200 с.
4. Кузнецов Е.Г. Управление энергоресурсами. – М.: Юрайт, 2022. – 210 с.
5. Орлов Д.С. Интернет вещей в промышленности. – М.: Наука, 2021. – 240 с.
6. Васильев П.А. Интеллектуальные системы управления. – М.: Инфра-М, 2020. – 230 с.
7. Смирнов К.В. Экологическая безопасность строительства. – СПб.: Лань, 2022. – 190 с.
8. Захаров И.П. Информационные системы в строительстве. – М.: Юрайт, 2021. – 170 с.
9. Федоров А.Н. Цифровизация строительной отрасли. – М.: Проспект, 2023. – 160 с.

© Абдрахманова И. Т., 2026

ЦИФРОВИЗАЦИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА КАЗАХСТАНА КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Калияр Шадиярович Айтмухамбетов¹,
Айгуль Мамаевна Казамбаева²

^{1,2}Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г.
Уральск, Казахстан

¹aisha01031985@mail.ru

²aigul_km@bk.ru

Аннотация В статье исследуются современные процессы цифровизации агропромышленного комплекса Республики Казахстан и их влияние на повышение эффективности и устойчивого развития отрасли. Проведен анализ динамики развития сельского хозяйства, включая объемы валового выпуска продукции и институциональные изменения, характеризующие рост числа сельскохозяйственных предприятий. В заключении предложены меры по совершенствованию цифровизации агропромышленного комплекса Казахстана, направленные на развитие цифровой инфраструктуры, расширение государственной поддержки и повышение уровня технологической оснащенности отрасли.

Ключевые слова: цифровизация, агропромышленный комплекс, сельское хозяйство, устойчивое развитие, Казахстан, цифровые технологии.

Для цитирования: Айтмухамбетов К.Ш., Казамбаева А.М.. Цифровизация агропромышленного комплекса Казахстана как фактор повышения эффективности и устойчивого развития // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XV Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. С.494

Original article

DIGITIZATION OF THE AGRICULTURAL COMPLEX OF KAZAKHSTAN AS A FACTOR OF INCREASING EFFICIENCY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Kalyar Shadiyarovich Aitmukhambetov¹,
Aigul Mamaevna Kazambaeva²

^{1,2}Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian and Technical University, Uralsk,
Kazakhstan

Abstract The article explores the current processes of digitalization in the agro-industrial complex of the Republic of Kazakhstan and their impact on improving the efficiency and sustainable development of the industry. The article analyzes the dynamics of agricultural development, including the volume of gross output and institutional changes that characterize the growth of agricultural enterprises. In conclusion, the article proposes measures to improve the digitalization of the agro-industrial complex in Kazakhstan, focusing on developing digital infrastructure, expanding government support, and enhancing the technological capabilities of the industry.

Keywords: digitalization, agro-industrial complex, agriculture, sustainable development, Kazakhstan, digital technologies.

For citation: Aitmukhambetov K.Sh., Kazambaeva A.M.. Digitalization of the Agro-Industrial Complex of Kazakhstan as a Factor of Increasing Efficiency and Sustainable Development // Modern Problems and Prospects of Development of Construction, Heat and Gas Supply and Energy Supply: Materials of the XV National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025. P.494

В современных условиях глобальной трансформации экономики цифровизация становится одним из ключевых факторов развития отраслей, включая агропромышленный комплекс (АПК). Для Казахстана, обладающего значительным аграрным потенциалом, цифровизация сельского хозяйства приобретает особую значимость в связи с необходимостью повышения эффективности производства, устойчивости к климатическим рискам и конкурентоспособности продукции на мировых рынках [1].

Агропромышленный комплекс Казахстана характеризуется высокой зависимостью от природно-климатических условий, неравномерностью развития регионов и недостаточным уровнем технологической оснащенности. В этих условиях внедрение цифровых технологий позволяет оптимизировать производственные процессы, снизить издержки и повысить устойчивость сельскохозяйственного производства.

Целью статьи является исследование влияния цифровизации на эффективность и устойчивое развитие агропромышленного комплекса Казахстана, а также разработка предложений по совершенствованию цифровой трансформации отрасли.

Цифровизация сельского хозяйства представляет собой процесс внедрения информационно-коммуникационных технологий в аграрное производство, направленный на повышение его эффективности и устойчивости. В мировой практике широко используются такие концепции, как «точное земледелие» (precision agriculture), «умное сельское хозяйство» (smart farming) и цифровые агроплатформы [2].

Цифровые технологии в АПК включают использование геоинформационных систем (GIS), спутникового мониторинга (NDVI), интернета вещей (IoT), автоматизированных систем управления и анализа данных. Их применение позволяет получать точную информацию о состоянии почв, посевов и пастбищ, прогнозировать урожайность и оптимизировать использование ресурсов.

Внедрение цифровых технологий способствует формированию устойчивой аграрной системы, обеспечивая баланс между экономической эффективностью, экологической безопасностью и социальной стабильностью.

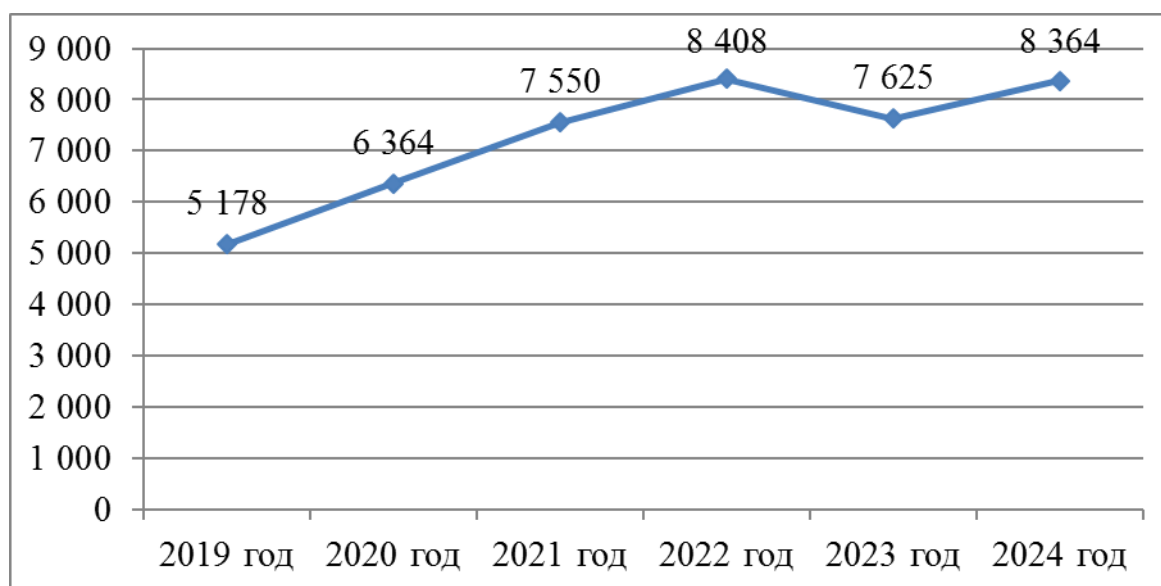


Рисунок 1 - Валовой выпуск продукции (услуг) сельского, лесного и рыбного хозяйства Республики Казахстан, млрд. тенге [3]

Данные рисунка 1 отражают динамику валового выпуска продукции сельского, лесного и рыбного хозяйства Республики Казахстан за период 2019-2024 гг. и позволяют выявить ключевые тенденции развития аграрного сектора.

В целом за анализируемый период наблюдается устойчивый рост объемов производства. Так, если в 2019 году валовой выпуск составил 5 178 млрд. тенге, то к 2024 году данный показатель увеличился до 8 364 млрд. тенге. Таким образом, общий прирост за рассматриваемый период составил более 60%, что свидетельствует о значительном расширении производственного потенциала отрасли.

Наиболее интенсивный рост наблюдается в период 2019-2022 гг., когда объем производства увеличился с 5 178 до 8 408 млрд. тенге. Данная динамика может быть обусловлена активной государственной поддержкой агропромышленного комплекса, ростом инвестиций в отрасль, а также благоприятными внешнеэкономическими условиями.

В 2023 году отмечается незначительное снижение показателя до 7 625 млрд. тенге (снижение на 9,3% по сравнению с 2022 годом), что может быть связано с неблагоприятными климатическими условиями, колебаниями

урожайности и внешнеэкономическими факторами. Однако уже в 2024 году наблюдается восстановление роста, и объем валового выпуска достигает 8 364 млрд. тенге, что подтверждает устойчивость аграрного сектора к внешним шокам.

В целом динамика валового выпуска свидетельствует о поступательном развитии агропромышленного комплекса Казахстана, несмотря на отдельные колебания. Рост показателей указывает на повышение эффективности производства, расширение ресурсной базы и усиление роли сельского хозяйства в экономике страны.

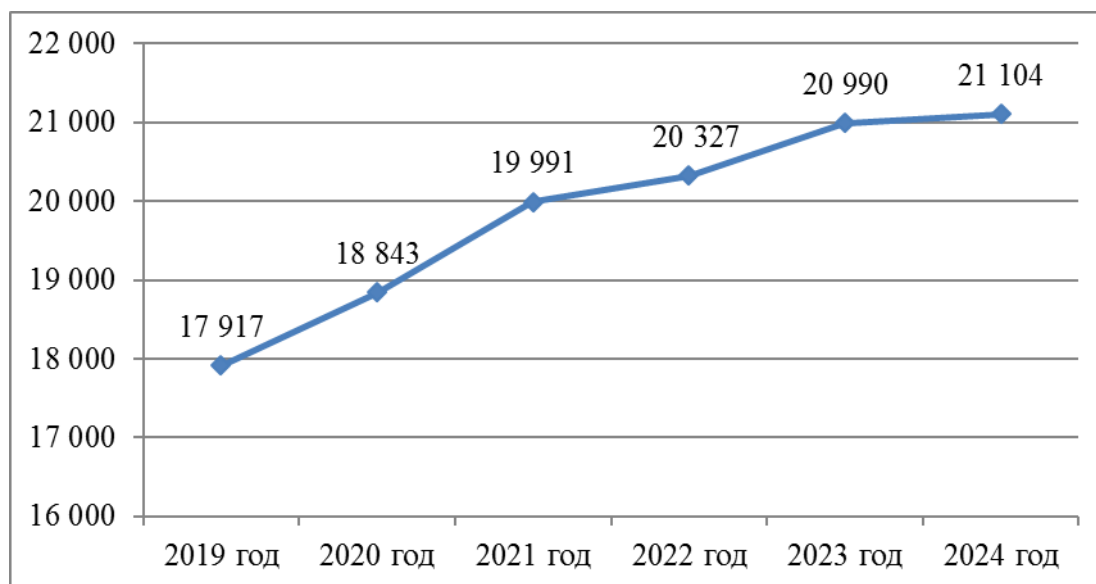


Рисунок 2 - Количество зарегистрированных юридических лиц в сельском хозяйстве Республики Казахстан [4]

Данные рисунка 2 отражают динамику количества зарегистрированных юридических лиц в сельском хозяйстве Республики Казахстан за период 2019–2024 гг. и позволяют оценить тенденции институционального развития аграрного сектора.

В целом за рассматриваемый период наблюдается устойчивый рост числа юридических лиц. Так, если в 2019 году их количество составляло 17 917 единиц, то к 2024 году данный показатель увеличился до 21 104 единиц. Таким образом, прирост за анализируемый период составил 3 187 единиц, или около 17,8%, что свидетельствует о расширении предпринимательской активности в сельском хозяйстве.

Наиболее значительный рост наблюдается в период 2019–2021 гг., когда количество юридических лиц увеличилось с 17 917 до 19 991 единиц. Данная динамика может быть обусловлена активизацией государственной поддержки аграрного сектора, развитием программ субсидирования и стимулированием сельского предпринимательства.

В последующие годы (2022–2024 гг.) рост сохраняется, однако его темпы несколько замедляются. Так, в 2022 году показатель составил 20 327 единиц, в

2023 году 20 990 единиц, а в 2024 году 21 104 единицы. Это может свидетельствовать о постепенном насыщении рынка, а также о наличии институциональных и экономических ограничений для создания новых предприятий.

В целом наблюдаемая динамика указывает на положительные тенденции развития аграрного предпринимательства, расширение числа хозяйствующих субъектов и укрепление организационно-экономической структуры агропромышленного комплекса.

Рост количества юридических лиц в сельском хозяйстве подтверждает активизацию предпринимательской деятельности в аграрном секторе Казахстана. В то же время для дальнейшего развития отрасли необходимы меры, направленные на повышение эффективности функционирования хозяйств, в том числе за счет внедрения цифровых технологий и формирования современной цифровой инфраструктуры АПК.

Агропромышленный комплекс Казахстана является важнейшей отраслью экономики, обеспечивающей продовольственную безопасность и занятость населения в сельских регионах. В последние годы государством предпринимаются меры по развитию цифровизации в рамках программы «Цифровой Казахстан».

В настоящее время цифровые технологии активно внедряются в деятельность сельскохозяйственных товаропроизводителей Республики Казахстан. По имеющимся данным, 648 хозяйств уже применяют цифровые решения, при этом данный показатель демонстрирует устойчивую положительную динамику, что обусловлено расширением практики использования инновационных технологий и возрастающей заинтересованностью аграриев [5].

Структурный анализ показывает, что из общего числа предприятий 396 хозяйств используют цифровые технологии в растениеводстве, 211 в животноводстве, и 41 предприятие в сфере переработки сельскохозяйственной продукции. Наиболее активно цифровизация развивается в растениеводстве, где широкое распространение получили элементы точного земледелия.

Современные сельхозпроизводители активно внедряют такие инструменты, как GPS-навигация, беспилотные летательные аппараты, сенсорные системы и цифровые аналитические платформы. Их использование позволяет осуществлять мониторинг состояния почв, посевов и погодных условий в режиме реального времени, а также автоматизировать ключевые производственные процессы. В частности, применение данных технологий обеспечивает дифференцированное внесение удобрений и средств защиты растений, повышает точность управленческих решений и способствует снижению затрат.

В животноводстве процессы цифровизации охватывают все основные этапы производственного цикла от контроля за кормлением и состоянием здоровья животных до управления микроклиматом и продуктивностью стада. В настоящее время в регионах функционируют 104 современные молочно-

товарные фермы и 30 откормочных площадок, где внедрены технологии на основе интернета вещей (IoT). Данные системы позволяют в автоматическом режиме отслеживать физиологические параметры животных, оптимизировать рацион кормления и поддерживать стабильные условия содержания [6].

Таким образом, внедрение цифровых технологий способствует повышению эффективности аграрного производства, снижению издержек и формированию более устойчивой модели развития сельского хозяйства.

Внедрение цифровых технологий оказывает значительное влияние на повышение эффективности агропромышленного комплекса. Использование современных решений позволяет: повысить производительность сельскохозяйственного производства; снизить затраты на ресурсы (вода, удобрения, корма); улучшить качество продукции; оптимизировать управление хозяйствами; повысить точность принятия управленческих решений.

Особую роль цифровизация играет в управлении пастбищными ресурсами и кормовой базой, что актуально для Казахстана с его значительной долей экстенсивного животноводства. Применение спутниковых технологий позволяет контролировать состояние пастбищ, предотвращать их деградацию и рационально распределять нагрузку.

Цифровизация выступает ключевым инструментом повышения экономической эффективности аграрного производства.

Для повышения эффективности цифровизации агропромышленного комплекса Казахстана предлагается реализовать следующие меры:

1. Развитие цифровой инфраструктуры. Обеспечение широкополосного интернета в сельских районах и доступности цифровых сервисов.
2. Государственная поддержка внедрения технологий. Предоставление субсидий и льготных кредитов на приобретение цифрового оборудования и программного обеспечения.
3. Внедрение технологий smart farming. Расширение использования датчиков, автоматизированных систем управления и аналитических платформ.
4. Подготовка кадров. Обучение специалистов и повышение цифровой грамотности сельхозпроизводителей.
5. Создание цифровых платформ. Разработка единых цифровых экосистем для агробизнеса, объединяющих производителей, государство и рынок.

Реализация данных мер позволит ускорить цифровую трансформацию аграрного сектора и повысить его устойчивость.

В условиях современных вызовов цифровизация становится ключевым фактором развития агропромышленного комплекса Казахстана. Внедрение цифровых технологий способствует повышению эффективности производства, рациональному использованию ресурсов и обеспечению устойчивого развития отрасли.

Несмотря на существующие проблемы, цифровизация обладает значительным потенциалом для трансформации сельского хозяйства и повышения его конкурентоспособности. В этой связи необходимо активное

участие государства, бизнеса и научного сообщества в реализации цифровых инициатив.

Список источников

1. Куликова Е. С., Сулимин В. В., Шведов В. В. Цифровая трансформация агрорынка: факторы экономической устойчивости и роль маркетплейсов в развитии АПК // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2025. – № 5. – С. 572–576. – DOI: 10.55186/25876740_2025_68_5_572.
2. Назарбеков А. Особенности цифровизации сельского хозяйства в Казахстане // Столыпинский вестник. – 2023. – Т. 5. – № 7. – С. 4127–4137..
3. Количество зарегистрированных юридических лиц РК по отраслям экономики. 2019-2024 г.г. // Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. – Астана, 2026. – URL: <https://stat.gov.kz> (дата обращения: 01.03.2026 г.).
4. Валовой выпуск продукции (услуг) сельского, лесного и рыбного хозяйства Республики Казахстан. 2019-2024 г.г. // Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. – Астана, 2026. – URL: <https://stat.gov.kz> (дата обращения: 01.03.2026 г.).
5. Egorova, O. V. (2019). Theoretical and methodological aspects of the formation of an effective forage base. RUDN Journal of Economics, 27(2), 280. <https://doi.org/10.22363/2313-2329-2019-27-2-280-289>
6. Yessengaliyeva, S., Mansurova, M., Makhmudov, A., & Fedorchenko, L. V. (2021). Current state and development trends of livestock in the Republic of Kazakhstan. The Economy Strategy and Practice, 16(2), 134. <https://doi.org/10.51176/1997-9967-2021-2-134-144>
7. Glushkov, O. (2025). Investment Provision for the Formation of Value-Added Chains in Livestock and Processing. Business Inform, 6(568), 189. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-6-189-196>

© Айтмухамбетов К.Ш., Казамбаева А.М., 2026

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗДАНИЙ

Богдан Игоревич Бабенко

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г.
Краснодар, Россия
b.babenko23@yandex.ru

Аннотация. В данной статье автор анализирует перспективы использования беспилотных летательных аппаратов на различных этапах строительства. Рассматривается возможность применения БПЛА в подготовительной фазе при исследовании рельефа местности, для сбора данных при составлении проекта и разрешительной документации, на этапе возведения здания для контроля сроков и качества проведения работ, с также при ремонте и реставрации. Автор говорит о преимуществах дронов, позволяющих экономить финансы, людские ресурсы и время, а также указывает на факторы, тормозящие широкое использование БПЛА в строительстве в сегодняшних российских реалиях.

Ключевые слова: строительство, беспилотные летательные аппараты, БПЛА, дроны, съемка, сканирование, возведение зданий.

Для цитирования: Бабенко Б.И. О возможностях применения беспилотных летательных аппаратов при возведении зданий // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. с. 501

Original article

ABOUT THE POSSIBILITIES OF USING UNMANNED AERIAL VEHICLES IN THE CONSTRUCTION OF BUILDINGS

Bogdan Igorevich Babenko

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia
b.babenko23@yandex.ru

Annotation. In this article, the author analyzes the prospects of using unmanned aerial vehicles at various stages of construction. The possibility of using UAVs in the preparatory phase in the study of terrain, to collect data during the preparation of the project and permits, at the stage of building construction to control the timing and quality of work, as well as during repairs and restoration is being

considered. The author talks about the advantages of drones, which allow saving finances, human resources and time, and also points out the factors hindering the widespread use of UAVs in construction in today's Russian realities.

Keywords: construction, unmanned aerial vehicles, UAVs, drones, surveying, scanning, building construction.

For citation: Babenko B.I. On the Possibilities of Using Unmanned Aerial Vehicles in the Construction of Buildings // Modern Problems and Prospects of Development in Construction, Heat and Gas Supply, and Energy Supply: Proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026. p.501

Сегодня цифровизация стремительно проникает во все сферы жизни и бизнеса, модернизируя и ускоряя процесс разработки, производства и мониторинга. Не осталась в стороне и область строительства. Одним из направлений цифровизации в строительстве является использование беспилотных систем, в том числе и воздушных [1, С. 272-273].

В массовом сознании беспилотные летательные аппараты (БПЛА) сегодня больше ассоциируется со сферой вооружений. Однако и в строительстве применение дронов имеет большие перспективы.

Использоваться БПЛА могут на всех этапах возведения здания:

- при обследовании территории будущего строительства для инженерных изысканий, для топосъемки, аэрофотосъемки, составления карт рельефа местности;

- на этапе проектирования для составления 3D моделей с учетом особенностей местности, близлежащих зданий и имеющихся коммуникаций;

- при проведении строительно-монтажных работ для фиксации каждого этапа строительства, создания фото и видеоматериалов, которые впоследствии можно использовать для отчетов и архивировать для использования при проведении будущих ремонтных работ. На этапе строительства при помощи беспилотных летательных аппаратов можно фиксировать скрытые элементы, такие как стальной каркас, коммуникации и прочее, чтоб впоследствии оценить качество проведённых работ. Съемка с БПЛА дает возможность наблюдать за стройплощадкой в реальном времени, мониторить сроки выполнения каждого этапа, распределять ресурс при организации работ, тем самым существенно повышая их эффективность [2, С. 226];

- на этапе отделочных работ, реконструкции и ремонта съемка с БПЛА позволяет оценить масштаб необходимого вмешательства и выявить дефекты. Тепловизионная аэрофотосъемка дает возможность, например, определить уязвимые для теплопотерь участки здания и произвести эффективное утепление. Дроны позволяют быстро и с минимальными затратами обнаружить неисправности на большой высоте, такие как трещины на верхних этажах или дефекты кровли. Раньше для этого приходилось производить дорогостоящие высотные работы. Незаменимы БПЛА при проведении реставрации старинных зданий: на основе информации, полученной при помощи дрона, можно

составить трехмерную модель элементов фасадной лепнины, поврежденных скульптур, барельефов, и затем по ней изготовить необходимую деталь;

- для созданий моделей существующих зданий. При помощи беспилотников можно получить облако точек, цифровые чертежи, САД и BIM-модели, ортофото. Такая возможность бесценна при работе со старыми зданиями, чьи чертежи были утрачены полностью или частично либо были изначально некорректно составлены;

- при сносе и демонтаже сооружений БПЛА дают возможность составить подробный проект работ, рассчитать наиболее эффективные точки применения сил, составить маршрут работ техники, предусмотреть возможные опасности при контролируемом обрушении здания. При использовании взрывчатки для сноса здания беспилотники позволяют рассчитать направление ударной волны и составить цифровую симуляцию процесса для предотвращения возможных эксцессов [2, С. 228; 6; 7];

- в сфере охраны труда и экологического мониторинга. Использование БПЛА позволяет эффективно отслеживать соблюдение всех принятых норм в сфере организации труда и сохранения благоприятной экологической обстановки, предотвратить загрязнение почвы и воздуха, сброс вредных отходов, использование некачественных материалов. Информация, собранная БПЛА, может пригодиться для оценки эффективности работ и анализа данных, особенно на труднодоступных участках, например при работе на высоте;

- для доставки грузов на высоту и перемещения объектов. Описанные выше процессы касались в основном мониторинга и сбора информации для составления различных моделей и чертежей. Для этого применяются БПЛА с одной или несколькими камерами и модулем для сбора и хранения информации. Но в строительстве могут использоваться и более простые вариант беспилотников для перевозки грузов, особенно в вертикальной плоскости.

В строительстве применяют различные типы беспилотных летательных аппаратов с тремя, четырьмя, шестью, восемью и двенадцатью моторами и пропеллерами. Самый распространённый вариант – квадрокоптер с четырьмя пропеллерами.

У беспилотных систем есть несомненные преимущества как в строительстве, так и других сферах. Это возможность сбора большого объема данных, их трансляция в реальном времени, обработка информации. Вместо команд специалистов с дорогостоящим оборудованием для анализа сложного рельефа местности в труднодоступном месте сегодня достаточно запустить один дрон. Это существенно уменьшает стоимость изыскательных и проектировочных работ и сокращает время на их проведение. Беспилотники не сложно доставлять к месту работ, для их эксплуатации обычно требуется один оператор, что также решает кадровый вопрос - немаловажный фактор при сегодняшнем дефиците квалифицированных специалистов и их стоимости [3-5, С. 49-51].

Тормозить использование БПЛА могут погодные условия, однако при дожде и тумане и другие виды видео- и фотофиксации затруднительны, а сильный ветер делает невозможными высотные работы также и для людей и других видов техники.

Основным фактором, замедляющим развитие беспилотных систем в строительной сфере, является их стоимость и правовые ограничения. Так, сегодня во многих регионах России полет БПЛА запрещен в связи со сложной обстановкой. Но, с другой стороны, активное развитие ВПК, которое мы наблюдаем сегодня, позволяет вести разработку все новых видов дронов, которые в мирное время несомненно найдут применение в различных сферах жизни и хозяйственной деятельности, в том числе и в строительстве. Также сейчас идет интенсивная подготовка операторов управления БПЛА, так что кадрового голода в этой области не ожидается.

В целях оптимизации строительных роботов и удешевления стоимости строительства на всех этапах применение беспилотных систем, в том числе летательных, должно всячески стимулироваться и поощряться бизнесом и государством, что несомненно положительно скажется на перспективах всей строительной отрасли в стране [1, С. 274].

Список источников

1. Яковлев А. П., Иванов Д. В. Использование робототехники в строительной отрасли в наши дни // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2024. №11-3 (98).
2. Закиров М. Ф., Салюк А. В., Султанова Э. Э., Вахрушев В. А. Применение беспилотных летательных аппаратов в строительной отрасли // Известия ТулГУ. Технические науки. 2025. №7.
3. Голубова О. С., Смирнова Е. А. Концепция эффективного использования беспилотной техники в строительстве // Труды БГТУ. Серия 5: Экономика и управление. 2025. №2 (298).
4. Решение стратегических задач развития территорий: современные подходы / Е. М. Вольская, О. В. Веретенникова, Е. В. Балабенко [и др.]. – Харьков : Издательство «НТМТ», 2016. – 261 с. – EDN UGLVMU.
5. Балабенко, Е. В. Администрирование организационно-институциональной среды развития государственно-частного партнерства в строительном комплексе / Е. В. Балабенко // Beneficium. – 2024. – № 4(53). – С. 6-14
6. 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. – DOI 10.23968/1999-5571-2018-15-4-215-222. – EDN KFINCX.
7. Балабенко, Е. В. Оптимальная организация участка объекта обращения с твердыми коммунальными отходами: градоморфологический и пространственный анализ, многофакторная оценка / Е. В. Балабенко // Известия

Научная статья
УДК 681.1

СОЗДАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ДАТЧИКА ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ К НЕМУ

**Ангелина Юрьевна Валиева¹,
Ольга Валентиновна Михеева²**

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

¹ linasiraeva7@gmail.com

² omuk@inbox.ru

Аннотация. В статье представлена разработка экологически безопасного резистивного датчика влажности почвы на основе графитовых электродов и гипсового чувствительного элемента. Описаны конструктивные решения, технология изготовления, электрическая схема на базе микроконтроллера ESP32 и алгоритм энергоэффективного программного обеспечения. Проведена оценка экологической и экономической эффективности устройства. Показано, что предложенный датчик исключает электрохимическую коррозию, не загрязняет почву продуктами разрушения электродов, имеет себестоимость около 65 рублей и может использоваться в системах автоматического полива.

Ключевые слова: датчик влажности почвы, графитовые электроды, гипсовый блок, экологическая безопасность, ESP32, энергосбережение, MQTT.

Для цитирования: Валиева А.Ю., Михеева О.В. Создание экологически чистого датчика влажности почвы и программного обеспечения к нему // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: Материалы XVI Национальной конференции с международным участием-Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.505

Original article

CREATING AN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY SOIL MOISTURE SENSOR AND ITS SOFTWARE

**Angelina Yurievna Valieva¹,
Olga Valentinovna Mikheeva²,**

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

¹ linasiraeva7@gmail.com

² omuk@inbox.ru

Abstract. The article presents the development of an environmentally friendly resistive soil moisture sensor based on graphite electrodes and a gypsum sensitive element. The article describes the design solutions, manufacturing technology, electrical circuit based on the ESP32 microcontroller, and the energy-efficient software algorithm. The article also evaluates the environmental and economic efficiency of the device. It is shown that the proposed sensor eliminates electrochemical corrosion, does not contaminate the soil with electrode degradation products, has a cost of approximately 65 rubles, and can be used in automatic irrigation systems.

Keywords: soil moisture sensor, graphite electrodes, gypsum block, environmental safety, ESP32, energy saving, MQTT.

For citation: Valieva A.Yu., Mikheeva O.V. Creation of an environmentally friendly soil moisture sensor and software for it // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: Proceedings of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.505

Рациональное использование водных ресурсов в сельском хозяйстве и ландшафтном дизайне является одной из приоритетных задач современного природопользования. Урбанизация и интенсификация сельскохозяйственного производства оказывают значительное многогранное воздействие на окружающую среду [2, с. 398]. Автоматизированные системы полива, управляемые по данным о влажности почвы, позволяют сократить расход воды на 30–50%, предотвращая как переувлажнение, так и засуху. Однако большинство доступных датчиков влажности обладают двумя значимыми недостатками: применением токсичных или корродирующих материалов (медь, никель) и высоким энергопотреблением, что затрудняет их использование в автономных системах на возобновляемых источниках энергии.

Цель данной работы — разработка экологически чистого датчика влажности почвы на основе графитовых электродов и энергоэффективного программного обеспечения для его функционирования в составе автоматизированной системы полива.

Обоснование выбора материалов и конструкции.

Анализ существующих методов измерения влажности почвы (тензиометрического, радиоизотопного, емкостного, резистивного) показал, что наиболее простым и дешёвым является резистивный метод. Однако классические резистивные датчики с открытыми металлическими электродами страдают от электрохимической коррозии, зависимости показаний от солевого состава почвы и загрязняют грунт продуктами разрушения металлов [4, с. 29].

В качестве альтернативы в работе предложена конструкция, объединяющая:

- гипсовый блок – пористый материал, который стабилизирует солевой состав почвенного раствора и защищает электроды от прямого контакта с агрессивной средой;

- графитовые стержни – химически инертный электродный материал, не подверженный коррозии и не образующий токсичных соединений.

В классической конструкции гипсового датчика «медный кабель ВВГ 2х1,5, зачищенные концы которого размещаются внутри гипсовой формы» [1]. Однако медные электроды со временем разрушаются. В отличие от этого, применение графитовых электродов позволяет исключить электрохимическую деградацию [5,6]. Гипс (сульфат кальция) является природным минералом, экологически нейтральным, а графит может быть получен из отработанных гальванических элементов, что соответствует принципам устойчивого развития.

Технология изготовления датчика.

Изготовление датчика включает следующие этапы:

Подготовка электродов. Графитовые стержни из батареек типа АА очищают, зачищают наждачной бумагой и припаивают к медным проводам с использованием активного флюса. Место пайки изолируют термоусадочной трубкой.

Фиксация электродов. Стержни размещают параллельно на расстоянии 15–20 мм с помощью пластикового фиксатора. Длина зачищенной части, погружаемой в гипс, составляет 20–25 мм.

Отливка гипсового блока. В форму (пластиковая труба или картонный цилиндр) помещают электроды и заливают гипсовым раствором в пропорции 1,5–2 части гипса на 1 часть воды. Время схватывания — 15–20 мин, полное высыхание — 24–48 ч.

Герметизация. Верхнюю часть блока (выход проводов) покрывают силиконовым герметиком для защиты от влаги.

Калибровочная подготовка. Новый датчик замачивают в воде на 12–24 ч для удаления пузырьков воздуха и насыщения пор.

Себестоимость одного датчика (без учёта микроконтроллера) составляет около 65 рублей, что в 8–15 раз ниже стоимости промышленных аналогов.

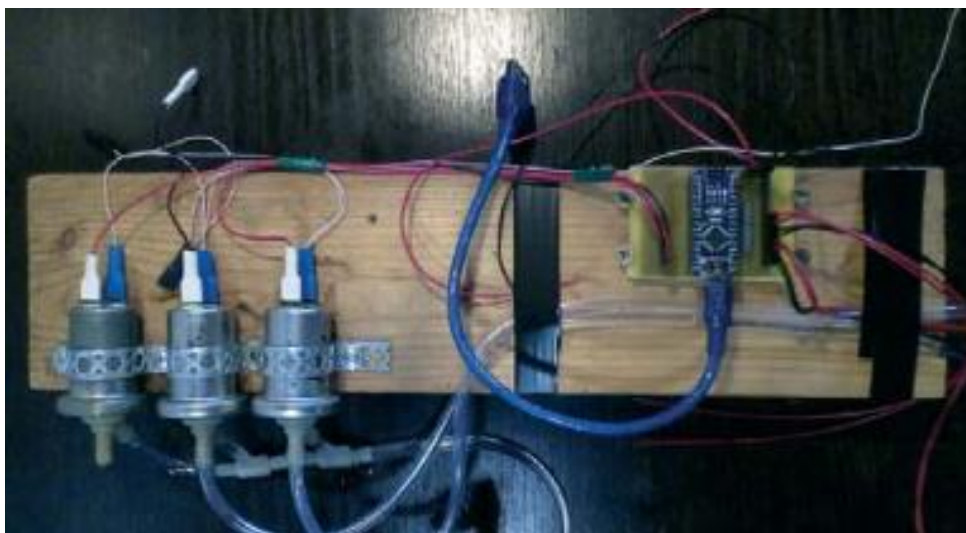


Рисунок 1 – Внешний вид датчика влажности

Электрическая схема и программное обеспечение.

Для исключения электрохимической коррозии в разработанной системе реализован метод измерения на переменном токе. Один вывод датчика подключается к цифровому порту GPIO32 микроконтроллера ESP32, второй — к аналоговому входу GPIO33. Алгоритм работы:

- на первом такте GPIO32 устанавливается как выход HIGH (3,3 В), GPIO33 работает как вход АЦП;
- выполняется 10 измерений;
- на втором такте GPIO32 переключается в режим входа с подтяжкой к земле;
- выполняется ещё 10 измерений;
- все 20 значений усредняются.

Такой подход предотвращает накопление заряда на границе электрод–электролит и исключает разрушение графита.

Программное обеспечение разработано в среде Arduino IDE для платформы ESP32. Как подчёркивает Петин, «микроконтроллер поддерживает режимы глубокого сна, при которых потребляемый ток снижается до единиц и десятков микроампер» [3].

Основные функции:

- readRaw() – измерение с переменной полярностью;
- калибровка по двум точкам (сухой датчик на воздухе и полностью влажный в воде) с переводом сырых значений АЦП в проценты влажности;
- экспоненциальное сглаживание с коэффициентом $\alpha = 0,3$ для подавления шумов;
- публикация данных на MQTT-брокер (топик soil/moisture);
- режим глубокого сна с интервалом 300 секунд между измерениями.

Среднее энергопотребление составляет около 0,5 мА·ч в сутки, что позволяет питать устройство от двух батареек АА в течение нескольких месяцев или от небольшой солнечной панели.

Для температурной компенсации показаний в схему добавлен цифровой датчик DS18B20 (интерфейс 1-Wire).

Экологическая и экономическая эффективность.

Экологическая безопасность разработанного датчика обеспечивается:

- отсутствием токсичных материалов (гипс, графит);
- полным исключением электрохимической коррозии;
- возможностью использования вторичных материалов (графитовые стержни из отработанных батареек);
- биологической нейтральностью гипса, который со временем растворяется и включается в природный круговорот кальция и серы.

Прогнозируемый срок службы датчика — не менее 5 лет (ограничен долговечностью гипсового блока). При бережной эксплуатации (выкапывание на зиму) срок может быть увеличен.

Экономический эффект достигается за счёт низкой себестоимости (≈ 65 руб.) по сравнению с промышленными емкостными датчиками (500–1000 руб.). При развёртывании системы мониторинга на площади 500 м² (10–20 датчиков) экономия составляет от 4000 до 18000 рублей. Кроме того, использование графитовых стержней из старых батареек снижает затраты и способствует утилизации отходов.

В результате выполнения работы достигнута поставленная цель — создан экологически чистый датчик влажности почвы на основе графитовых электродов и гипсового блока, а также разработано энергоэффективное программное обеспечение для микроконтроллера ESP32. Устройство сочетает:

- низкую себестоимость (≈ 65 руб.);
- экологическую безопасность (инертные материалы, отсутствие коррозии);
- достаточную для автоматического полива точность (погрешность 5–7%);
- возможность автономной работы от аккумулятора или солнечной панели.

Разработанный датчик может быть рекомендован для использования в теплицах, открытом грунте и любительском садоводстве, а также для применения в системах «умного полива» в рамках концепции устойчивого сельского хозяйства.

Список источников

1. Али. Изготовление датчика влажности почвы [Электронный ресурс] // [AB-log.ru](https://ab-log.ru). – 2011. – Режим доступа: <https://www.ab-log.ru/page.php?ID=126&cs=1> (дата обращения: 30.03.2026).

2. Ширяева, А.Ю. Экологические аспекты планирования зеленых зон в urban-экосистемах: анализ влияния на биоразнообразие и качество воздуха / А.Ю. Ширяева, И.И. Демакина // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы

XV Национальной конференции с международным участием. – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. – С. 398-401.

3. Петин, В.А. Проекты с использованием контроллера ESP32 / В.А. Петин. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2021. – 512 с.

4. Петров, Ю.В. Резистивные датчики влажности: проблемы и пути их решения / Ю.В. Петров // Датчики и системы. – 2022. – № 3. – С. 28–33.

5. Портнов, С. А. К вопросу об автоматизированной системе полива декоративных растений в закрытом грунте / С. А. Портнов, О. В. Михеева // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 11. – С. 51-55. – EDN ZUDZVP.

6. Портнов, С. А. Автоматическая система полива декоративных растений в закрытом грунте на базе ARDUINO / С. А. Портнов, О. В. Михеева, И. А. Михеев // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 1. – С. 58-60. – EDN YNGYEO.

© Валиева А.Ю., Михеева О.В., 2026

Научная статья
УДК 005.94:004.8

МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

Айсулу Мендибайкызы Гайнешова¹

¹Западно Казахстанский инновационно-технологический университет
г.Уральск, Казахстан

¹Aisy_08@mail.ru

Аннотация. В статье приводится обоснование необходимости применения цифровых инструментов в стратегическом управлении организацией в условиях глобальной цифровизации. Отмечается, что разработка результативной стратегии требует системного использования современных технологий на всех этапах — от анализа текущего состояния и внешней среды до реализации и контроля. Рассматриваются основные этапы формирования стратегии, включая диагностику, формулирование, планирование и внедрение. Особое внимание уделено использованию моделей и алгоритмов искусственного интеллекта, методов анализа больших данных и машинного обучения, способствующих повышению обоснованности и гибкости управленческих решений. Раскрывается роль интеллектуальных систем поддержки принятия решений как инструмента интеграции данных и знаний, обеспечивающего интерактивность, многокритериальность, адаптивность и способность к самообучению. Подчеркивается значимость их применения в различных сферах — от бизнеса и промышленности до медицины, транспорта и государственного управления. Сделан вывод о том,

что внедрение интеллектуальных технологий является важным условием повышения эффективности стратегического управления и формирования устойчивых конкурентных преимуществ организаций.

Ключевые слова: интеллектуальные системы, искусственный интеллект, стратегическое управление, большие данные, принятие решений

Для цитирования: Гайнешова А.М. Модели и алгоритмы искусственного интеллекта в системах поддержки стратегического управления организацией // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С. 510

Original article

ARTIFICIAL INTELLIGENCE MODELS AND ALGORITHMS IN STRATEGIC MANAGEMENT SUPPORT SYSTEMS

Aisulu Mendibaykyzy Gaineshova ¹

¹West Kazakhstan Innovation and Technology University, Uralsk, Kazakhstan

¹Aisy_08@mail.ru

Annotation. This article provides a rationale for the need to apply digital tools in strategic management of organizations in the context of global digitalization. It is noted that developing an effective strategy requires the systematic use of modern technologies at all stages—from analyzing the current state and external environment to implementation and control. The article examines the key stages of strategy development, including diagnostics, formulation, planning, and implementation. Particular attention is paid to the use of artificial intelligence models and algorithms, big data analysis methods, and machine learning, which contribute to improving the validity and flexibility of management decisions. The role of intelligent decision support systems as a tool for integrating data and knowledge, ensuring interactivity, multi-criteria, adaptability, and self-learning capabilities, is explored. The importance of their application in various fields—from business and industry to medicine, transportation, and public administration—is emphasized. It is concluded that the implementation of intelligent technologies is an essential condition for improving the effectiveness of strategic management and developing sustainable competitive advantages for organizations.

Keywords: intelligent systems, artificial intelligence, strategic management, big data, decision making

For citation: Gaineshova A.M. Models and algorithms of artificial intelligence in systems for supporting strategic management of an organization // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: Proceedings of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026. P.510

Введение. В условиях динамичной внешней среды и современных вызовов возрастает необходимость внедрения цифровых технологий в процессы стратегического управления организациями. Традиционные методы уже не обеспечивают достаточной эффективности при работе с большими объемами данных и многокритериальными задачами, что требует системного использования цифровых инструментов и интеллектуальных систем поддержки принятия решений (IDSS) на всех этапах разработки и реализации стратегии. Это становится важным фактором повышения конкурентоспособности и устойчивости организаций [1].

Проблематика интеграции цифровых технологий и IDSS активно рассматривается в научных исследованиях, где подчеркивается их роль в формировании эффективных стратегий, совершенствовании управленческих процессов и цифровой трансформации бизнес-моделей. Современные исследования акцентируют внимание на развитии многокритериальных методов, гибридных интеллектуальных моделей, а также на повышении интерактивности и масштабируемости систем за счет использования облачных технологий.

Анализ научных публикаций показывает, что IDSS являются ключевым инструментом повышения качества управленческих решений за счет интеллектуальной обработки данных, адаптивности и интеграции с современными аналитическими инструментами. Они находят применение как в стратегическом управлении, так и в различных прикладных областях.

Несмотря на значительный прогресс, существующие подходы требуют дальнейшего развития с учетом методов искусственного интеллекта и анализа данных для обеспечения гибкости и эффективности управления. В этой связи целью исследования является определение роли IDSS в стратегическом управлении организацией.

Материалы и методы исследования. Информационной основой исследования послужили научные работы отечественных авторов, посвященные вопросам изучения и внедрения интеллектуальных систем поддержки принятия решений (IDSS) в управленческую деятельность и процессы стратегического планирования организаций. В ходе исследования применялись общенаучные методы, включая анализ и синтез, обобщение, индукцию и дедукцию, а также системный подход, позволяющий комплексно рассмотреть изучаемую проблему [2].

Результаты исследования. Цифровая трансформация является ключевым фактором конкурентоспособности организаций, требующим системного включения цифровых инструментов на всех этапах стратегического управления. Разработка эффективной стратегии предполагает последовательную реализацию следующих этапов: анализ текущей стратегии, исследование внешней и внутренней среды, формулирование стратегии, планирование её реализации, внедрение и контроль результатов [3].

Традиционные методы стратегического управления не способны в полной мере учитывать большие объемы данных и многокритериальность решений, что обуславливает необходимость использования интеллектуальных систем поддержки принятия решений (IDSS). Эти системы интегрируют методы искусственного интеллекта, машинного обучения и анализа данных, обеспечивая более обоснованные и адаптивные управленческие решения.

IDSS характеризуются интерактивностью, способностью интегрировать данные и знания, учитывать множество критериев, адаптироваться к изменениям и выполнять сложный аналитический анализ. Благодаря этим свойствам они значительно расширяют возможности лиц, принимающих решения [4].

Системы находят широкое применение в различных сферах: стратегическом управлении, промышленности, финансах, медицине, логистике и государственном секторе. Их использование способствует оптимизации процессов, снижению рисков и повышению эффективности деятельности.

Методологическая основа IDSS включает многокритериальный анализ, экспертные системы, статистические методы, машинное обучение и имитационное моделирование, что обеспечивает комплексный подход к принятию решений в условиях неопределенности [5].

Таким образом, внедрение интеллектуальных систем поддержки принятия решений является важным условием повышения эффективности стратегического управления и адаптации организаций к современным условиям цифровой экономики [6].

Обсуждение результатов. В условиях ускоряющейся цифровой трансформации внешней среды цифровые технологии становятся ключевым фактором повышения конкурентоспособности организаций. Традиционные подходы к стратегическому управлению постепенно утрачивают эффективность, поэтому внедрение цифровых инструментов на всех этапах управления приобретает особую значимость.

Проведённое исследование показывает, что разработка эффективной стратегии в условиях цифровизации требует поэтапного подхода: анализа текущего состояния и цифрового потенциала организации, проведения SWOT- и PESTEL-анализа, определения миссии, видения и целей, а также последующего планирования, реализации стратегии и постоянного мониторинга с возможной корректировкой.

Важную роль в современном стратегическом управлении играют интеллектуальные системы поддержки принятия решений (IDSS), которые объединяют методы искусственного интеллекта и анализа больших данных. Они повышают качество управленческих решений за счёт адаптивности, интерактивности и учета множества критериев в условиях неопределенности [7].

Дальнейшие исследования целесообразно сосредоточить на развитии методов машинного обучения, повышении гибкости IDSS и совершенствовании этических аспектов их применения. Это позволит организациям более

эффективно адаптироваться к цифровым изменениям и формировать устойчивые конкурентные преимущества.

Заключение. Использование интеллектуальных систем поддержки принятия решений (IDSS) является перспективным направлением при формировании и реализации стратегии организации. Это обусловлено их способностью интегрироваться с технологиями анализа больших данных, что позволяет выявлять скрытые закономерности и тенденции, недоступные при применении традиционных методов.

IDSS также способствует автоматизации рутинных аналитических процессов, освобождая ресурсы для решения стратегических задач, и обеспечивает более объективную оценку альтернативных вариантов развития. Их внедрение повышает адаптивность и гибкость организации за счёт оперативной корректировки стратегии на основе актуальных данных в реальном времени [8].

Таким образом, применение IDSS рассматривается как важный инструмент повышения конкурентоспособности и устойчивости организации в условиях динамично меняющейся среды. Разработка стратегии с использованием IDSS предполагает комплексный анализ факторов и сочетание классических и интеллектуальных методов принятия решений, что обеспечивает формирование более обоснованных и эффективных управленческих решений.

Список источников

1. Ягнюк И.М. Роль интеллектуальных систем поддержки принятия решений в формировании и реализации стратегии организации // Новое в экономической кибернетике. – 2025. – №3. – С. 272–286.

2. Тихомиров А.И. Интеллектуальные системы поддержки принятия управленческих решений: генезис формирования подходов и методов применения // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». – 2025. – №4. – С. 37–49.

3. Козлова А.В. Интеллектуальные системы управления как инструмент реализации стратегического менеджмента на предприятии // Материалы научной конференции. – 2025. – С. 57.

4. Неверова Е.В., Гребенюк А.К. Интеллектуальные подходы к формированию оптимальных управленческих решений в системах поддержки принятия решений // Journal of Monetary Economics and Management. – 2026.

5. Стадниченко С.Ю. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений // Молодой ученый. – 2010. – №6. – С. 61–63.

6. Сулова Е.В. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений // Молодой ученый. – 2017. – №3. – С. 171–174.

7. Бояркина О.О., Шкаликова А.А. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений // Современные научные исследования и инновации. – 2016.

8. Интеллектуальная система поддержки принятия решений с использованием нечетких когнитивных карт // Программные системы: теория и приложения. – 2013. – №4. – С. 162–167.

© Гайнешова А.М., 2026

Научная статья

УДК 631.171

ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ И ЭКОСИСТЕМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНФРАСТРУКТУРОЙ И АГРОПРОИЗВОДСТВОМ

Динара Еркиновна Жуkenова¹,

Самат Иебергенович Аханов²

¹Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет,
г.Уральск, Казахстан

²Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана,
г.Уральск, Казахстан

[¹wkitu2025@gmail.com](mailto:wkitu2025@gmail.com)

[²akhanov_91@mail.ru](mailto:akhanov_91@mail.ru)

Аннотация. В статье рассматриваются современные цифровые платформы и экосистемы как ключевой инструмент повышения эффективности управления инфраструктурными объектами и агропроизводством. Анализируются технологии, лежащие в основе цифровизации, включая интернет вещей, большие данные и искусственный интеллект. Особое внимание уделяется интеграции цифровых решений, их влиянию на производительность, устойчивость и экономическую эффективность отраслей. Выявлены основные преимущества, ограничения и перспективы развития цифровых экосистем.

Ключевые слова: цифровизация, цифровые платформы, агропроизводство, инфраструктура, IoT, Big Data, искусственный интеллект, экосистемы

Для цитирования: Жуkenова Д.Е., Аханов С.И., Цифровые платформы и экосистемы для управления инфраструктурой и агропроизводством // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальная конференция с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С.515

Original article

DIGITAL PLATFORMS AND ECOSYSTEMS FOR INFRASTRUCTURE AND AGRICULTURAL MANAGEMENT

**Dinara Yerkinovna Zhukanova¹,
Samat Iebergenovich Akhanov²**

¹ West Kazakhstan Innovative and Technological University, Uralsk, Kazakhstan

² West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan, Uralsk, Kazakhstan

[¹wkitu2025@gmail.com](mailto:wkitu2025@gmail.com)

[²akhanov_91@mail.ru](mailto:akhanov_91@mail.ru)

Annotation. The article examines modern digital platforms and ecosystems as a key tool for improving the efficiency of managing infrastructure facilities and agricultural production. The technologies underlying digitalization, including the Internet of Things, big data, and artificial intelligence, are analyzed. Special attention is paid to the integration of digital solutions and their impact on the productivity, sustainability, and economic efficiency of industries. The main advantages, limitations, and prospects for the development of digital ecosystems are identified.

Keywords: digitalization, digital platforms, agricultural production, infrastructure, IoT, big data, artificial intelligence, ecosystems

For citation: Zhukanova D.Y., Akhanov S.I., Digital Platforms and Ecosystems for Managing Infrastructure and Agricultural Production // Modern Problems and Prospects of Construction, Heat and Gas Supply, and Energy Supply: Materials of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026. P. 515

Введение. Современный этап развития мировой экономики характеризуется переходом к цифровой модели хозяйствования, в которой ключевую роль играют данные, цифровые технологии и платформенные решения. В условиях глобализации, усиления конкуренции и ускорения технологического прогресса возрастает значение эффективного управления инфраструктурой и агропромышленным комплексом как стратегически важными секторами экономики.

Инфраструктура обеспечивает функционирование всех отраслей, включая транспорт, энергетику, строительство и коммунальные системы, тогда как агропромышленный комплекс отвечает за продовольственную безопасность и устойчивое развитие общества. В то же время данные сферы сталкиваются с рядом серьёзных вызовов, среди которых износ основных фондов, неэффективное использование ресурсов, зависимость от природно-климатических условий, а также необходимость повышения производительности и снижения затрат [1, с.18]

В этих условиях цифровизация становится ключевым инструментом трансформации традиционных подходов к управлению. Особое место в данном процессе занимают цифровые платформы и экосистемы, которые обеспечивают интеграцию различных технологий, участников и процессов в единую информационную среду. Такие решения позволяют перейти от фрагментарного

управления к комплексному, основанному на данных и аналитике в режиме реального времени.

Цифровые платформы представляют собой основу для сбора, обработки и анализа данных, обеспечивая взаимодействие между различными субъектами — государственными органами, бизнесом, научными организациями и конечными пользователями. Экосистемный подход, в свою очередь, предполагает объединение множества платформ и сервисов в единую структуру, способствующую созданию добавленной стоимости за счёт синергии и кооперации.

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью разработки и внедрения инновационных решений, направленных на повышение эффективности управления инфраструктурными объектами и агропроизводством. В условиях роста объёмов данных и усложнения технологических процессов традиционные методы управления становятся недостаточно эффективными, что требует перехода к интеллектуальным системам, способным адаптироваться к изменяющимся условиям.

Целью данной статьи является исследование роли цифровых платформ и экосистем в управлении инфраструктурой и агропроизводством, а также анализ их влияния на эффективность и устойчивость данных отраслей. Для достижения поставленной цели в статье решаются следующие задачи:

- рассмотрение теоретических основ цифровых платформ и экосистем;
- анализ технологий, лежащих в основе цифровизации;
- исследование практических аспектов внедрения цифровых решений в инфраструктуре и АПК;
- выявление преимуществ и ограничений цифровых экосистем;
- определение перспектив их дальнейшего развития.

Таким образом, изучение цифровых платформ и экосистем представляет собой важное направление научных исследований, направленных на формирование эффективной, устойчивой и конкурентоспособной экономики будущего.

Теоретические основы цифровых платформ и экосистем. Цифровизация экономики обусловила формирование новых организационно-экономических моделей, среди которых особое место занимают цифровые платформы и экосистемы. Их развитие связано с переходом от линейных цепочек создания стоимости к сетевым структурам, основанным на взаимодействии множества участников в едином цифровом пространстве.

В научной литературе цифровая платформа трактуется как многосторонняя информационно-технологическая система, обеспечивающая взаимодействие различных групп пользователей и создающая условия для обмена данными, услугами и ресурсами. В отличие от традиционных бизнес-моделей, платформы функционируют по принципу сетевых эффектов: ценность платформы возрастает по мере увеличения числа её участников и объёма обрабатываемых данных.

Одной из ключевых характеристик цифровых платформ является их способность к масштабированию без существенного увеличения издержек. Это достигается за счёт использования облачных технологий и распределённых вычислительных систем, позволяющих обрабатывать большие массивы данных в режиме реального времени. Кроме того, платформы обеспечивают стандартизацию процессов, что способствует повышению эффективности взаимодействия между участниками.

Цифровые экосистемы представляют собой более сложную форму организации, включающую совокупность взаимосвязанных платформ, сервисов, технологий и пользователей. Экосистема формируется вокруг ядра — цифровой платформы, которая обеспечивает базовую инфраструктуру и правила взаимодействия. В рамках экосистемы участники могут не только потреблять услуги, но и создавать новые продукты, расширяя функциональные возможности системы.

С теоретической точки зрения экосистемный подход базируется на концепциях открытых инноваций, сетевой экономики и кооперации. В отличие от замкнутых систем, цифровые экосистемы характеризуются высокой степенью гибкости, адаптивности и способности к саморазвитию. Это позволяет им эффективно реагировать на изменения внешней среды и интегрировать новые технологические решения.

Технологической основой цифровых платформ и экосистем являются следующие ключевые компоненты:

- *Интернет вещей (IoT)* — обеспечивает сбор данных с физических объектов посредством сенсоров и устройств, что особенно важно для мониторинга инфраструктуры и агропроизводства;
- *Большие данные (Big Data)* — позволяют обрабатывать и анализировать значительные объёмы информации для выявления закономерностей и поддержки принятия решений;
- *Искусственный интеллект (AI)* — используется для прогнозирования, оптимизации процессов и автоматизации управления;
- *Облачные вычисления* — обеспечивают хранение и доступ к данным, а также масштабируемость платформ;
- *Геоинформационные системы (GIS)* — позволяют анализировать пространственные данные, что имеет особое значение в строительстве и сельском хозяйстве.

Важным аспектом функционирования цифровых платформ является управление данными. Данные становятся ключевым ресурсом, определяющим конкурентоспособность платформенных решений. При этом особое значение приобретают вопросы стандартизации, интероперабельности и обеспечения безопасности данных.

С экономической точки зрения цифровые платформы способствуют снижению транзакционных издержек, повышению прозрачности и ускорению бизнес-процессов. Они обеспечивают более эффективное распределение

ресурсов и позволяют участникам взаимодействовать напрямую, минуя традиционных посредников.

Экосистемный подход, в свою очередь, усиливает данные эффекты за счёт синергии между различными участниками. В рамках экосистем формируются новые бизнес-модели, основанные на совместном использовании ресурсов, кооперации и создании добавленной стоимости.

В контексте управления инфраструктурой и агропроизводством цифровые платформы и экосистемы выполняют интеграционную функцию, объединяя разнородные данные и процессы в единую систему. Это позволяет обеспечить комплексный подход к управлению, повысить точность прогнозирования и оперативность принятия решений.

Таким образом, теоретические основы цифровых платформ и экосистем отражают переход к новой парадигме управления, основанной на данных, технологиях и сетевом взаимодействии. Их развитие является важным фактором повышения эффективности и устойчивости современных отраслей экономики.

Цифровые платформы в управлении инфраструктурой. Цифровые платформы становятся ключевым инструментом управления инфраструктурой в различных странах, обеспечивая интеграцию данных, автоматизацию процессов и повышение эффективности эксплуатации объектов. Наиболее показательные примеры можно наблюдать в Казахстане, России и странах Европейского союза, где цифровизация инфраструктуры реализуется на разных уровнях зрелости. *(Таблица №1. Сравнительный анализ).* [2,с.54]

В Казахстане цифровые платформы активно внедряются в рамках государственной программы «Цифровой Казахстан» и концепции Smart City / Smart Region.

Одним из ключевых решений является интеграционная платформа Smart Bridge, которая обеспечивает взаимодействие между государственными органами и бизнесом. На сегодняшний день зарегистрировано более 11 000 организаций; доступно 2953 цифровых сервиса; реализовано 4671 интеграция между системами (G2G, G2B, B2B).

Это позволяет создать единую цифровую инфраструктуру обмена данными и значительно повысить эффективность государственного управления.

Дополнительным примером является система Smart Data Ukimet, предназначенная для централизованного анализа данных государственных органов, что обеспечивает переход к управлению на основе аналитики и прогнозирования.

На уровне городов активно развивается концепция «умных городов»: внедрено 16 базовых цифровых инициатив (транспорт, ЖКХ, безопасность, энергетика); реализуются системы IoT (умные счётчики воды, газа, электроэнергии); создаются ситуационные центры с элементами искусственного интеллекта;

В городе Алматы можно отметить, что внедрение технологий «умного города» уже даёт ощутимые результаты: установлено более 19 000 камер видеонаблюдения, из которых 4200 интегрированы в систему видеоаналитики с использованием искусственного интеллекта, что позволяет автоматически выявлять инциденты и существенно повышать уровень общественной безопасности

Таким образом, Казахстан формирует единую цифровую инфраструктурную экосистему, однако развитие сдерживается проблемами телекоммуникационной инфраструктуры и инвестиционной обеспеченности.

В России цифровые платформы активно внедряются в инфраструктурных секторах, особенно в крупных городах и агломерациях. Основными направлениями являются развитие концепции «умных городов» (Москва, Санкт-Петербург, Казань), внедрение интеллектуальных транспортных систем, а также цифровизация жилищно-коммунального хозяйства и энергетики. На примере Москвы можно отметить, что функционирует единая цифровая платформа управления городом, объединяющая системы мониторинга транспорта, ЖКХ и безопасности; внедрены интеллектуальные системы управления дорожным движением, позволяющие снижать нагрузку на транспортную сеть; кроме того, активно используются цифровые двойники для эффективного управления городской инфраструктурой.

В целом Россия демонстрирует высокий уровень цифровизации в крупных городах, однако сохраняется значительная дифференциация между регионами. Крупные агломерации являются лидерами внедрения, тогда как малые города и сельские территории отстают по уровню цифровой инфраструктуры.

Страны Европейского союза занимают лидирующие позиции в области цифровизации инфраструктуры благодаря последовательной государственной политике и значительным инвестициям. В рамках стратегии Digital Compass 2030 определены ключевые ориентиры: обеспечение 100% домохозяйств гигабитным интернетом, полное покрытие территорий сетями 5G, достижение уровня не менее 75% компаний, использующих облачные технологии, Big Data и искусственный интеллект, а также перевод всех основных государственных услуг в онлайн-формат. Существенную роль играет и финансовая поддержка: более 20% бюджета фонда восстановления (€672,5 млрд) направляется на развитие цифровой инфраструктуры, включая дата-центры, облачные платформы и системы управления данными.

Практические примеры подтверждают эффективность данного подхода. Так, в Копенгагене реализуются цифровые платформы управления энергией и транспортом, осуществляется интеграция данных для достижения углеродной нейтральности, а также активно применяются технологии IoT для мониторинга городской среды. В Цюрихе функционирует платформа Open Data, обеспечивающая широкий доступ к инфраструктурным данным, а транспортные системы интегрированы в единую цифровую экосистему.

В целом Европейский союз демонстрирует одну из наиболее зрелых моделей развития цифровых платформ, основанную на принципах открытости данных, высокой интероперабельности систем, развитой телекоммуникационной инфраструктуры и активного участия частного сектора.

Таблица 1- Сравнительный анализ

Показатель	Казахстан	ЕС	Россия
Уровень цифровизации	Средний (развивающийся)	Высокий (лидирующий)	Средний–высокий (неравномерный)
Цифровая инфраструктура	Ограниченная в сельских регионах (проблемы связи и ИКТ) (isprs-archives.copernicus.org)	Очень высокая: покрытие широкополосным интернетом 85–97% (MDPI)	Развивается, но различается по регионам
Использование точного земледелия	Частичное внедрение, рост проектов	Широкое внедрение, поддержка CAP	Активно в крупных агрохолдингах
Государственная поддержка	Активная: цифровые фермы (рост с 40 до 150), 98% услуг онлайн (Государственные услуги Казахстана)	Системная политика (CAP, SmartAgriHubs) (MDPI)	Поддержка через госпрограммы и цифровые платформы
Использование IoT и AI	Начальный–средний уровень (648 хозяйств используют цифровые решения) (el.kz)	Высокий уровень внедрения (дроны, AI, IoT) (MDPI)	Активно внедряется в крупных предприятиях
Цифровые платформы	Развиваются (субсидии, учёт животных, платформы управления) (Государственные услуги Казахстана)	Широкое использование интегрированных агроплатформ	Используются в агрохолдингах
Экономический эффект	Потенциал снижения потерь до 25% (Премьер-министр Казакстан)	Рост урожайности и снижение затрат благодаря оптимизации (MDPI)	Повышение эффективности и снижение затрат
Основные барьеры	Инфраструктура, кадры, инвестиции	Высокая стоимость технологий	Неравномерность внедрения, доступность для малых хозяйств

Масштаб внедрения	Ограниченный, но быстро растущий	Массовый и системный	Частично массовый (в крупных хозяйствах)

Сравнительный анализ показывает, что страны Европейский союз занимают лидирующие позиции благодаря развитой цифровой инфраструктуре и системной государственной политике. Казахстан находится на этапе активного развития цифровизации, демонстрируя положительную динамику (рост цифровых ферм, автоматизация услуг), однако сталкивается с инфраструктурными и кадровыми ограничениями. Россия занимает промежуточное положение: высокий уровень внедрения технологий в крупных агрохолдингах сочетается с отставанием малых хозяйств. [2, с.57]

Таким образом, ключевыми факторами успешной цифровизации агропроизводства выступают развитая цифровая инфраструктура, эффективная государственная поддержка, доступность современных технологий для всех категорий производителей, а также подготовка квалифицированных кадров.

Сравнение показывает различия в подходах к цифровизации инфраструктуры:

- *Казахстан* — формирует базовую цифровую экосистему (акцент на государственные платформы и интеграцию данных);
- *Россия* — демонстрирует высокий уровень цифровизации в крупных городах, но с региональной неравномерностью;
- *ЕС* — лидер по уровню зрелости цифровых платформ благодаря системной политике и масштабным инвестициям.

Международный опыт показывает, что цифровые платформы становятся основой управления современной инфраструктурой. Наиболее успешные модели (ЕС) характеризуются комплексным подходом, развитой инфраструктурой и высоким уровнем интеграции данных.

Для Казахстана и России ключевыми направлениями дальнейшего развития являются: расширение цифровой инфраструктуры; развитие межплатформенной интеграции; внедрение искусственного интеллекта и цифровых двойников; повышение доступности технологий на региональном уровне.

Цифровизация агропроизводства. Цифровизация агропромышленного комплекса (АПК) представляет собой стратегическое направление развития сельского хозяйства, направленное на повышение эффективности производства, снижение затрат и обеспечение устойчивого использования природных ресурсов. В последние годы данный процесс приобрёл глобальный характер и сопровождается активным внедрением технологий точного земледелия, интернета вещей, искусственного интеллекта и цифровых платформ управления.[3, с.3]

Согласно международным исследованиям, уровень внедрения цифровых технологий в сельском хозяйстве стремительно растёт. Так, к 2023 году около 22% мировых сельскохозяйственных земель обрабатывались с применением

технологий точного земледелия, тогда как в 2018 году этот показатель составлял лишь 15% . При этом использование дифференцированного внесения удобрений (VRT) позволяет сократить их расход в среднем на 20–30%, что свидетельствует о высокой экономической эффективности цифровых решений .

Дополнительно отмечается, что мировой рынок программного обеспечения для управления сельским хозяйством демонстрирует устойчивый рост: с 1,2 млрд долларов в 2021 году до прогнозируемых 2,1 млрд долларов к 2026 году. Это указывает на возрастающую роль цифровых платформ как ключевого инструмента управления агропроизводством.

Одним из наиболее показательных примеров цифровизации сельского хозяйства является деятельность компании John Deere, которая является мировым лидером в области точного земледелия.

Компания разработала цифровую платформу Operations Center, обеспечивающую сбор и анализ данных с сельскохозяйственной техники, сенсоров и спутниковых систем. По данным исследований, более 100 000 единиц техники John Deere подключены к единой цифровой сети, что позволяет синхронизировать работу машин и управлять производственными процессами в режиме реального времени .

Технологии компании обеспечивают точность выполнения агротехнических операций до 2 см, что значительно повышает эффективность посева, внесения удобрений и сбора урожая . Кроме того, внедрение систем компьютерного зрения See & Spray позволяет снижать использование гербицидов и минимизировать экологическое воздействие .

В Казахстане цифровизация сельского хозяйства находится на стадии активного развития. Согласно исследованиям, внедрение цифровых систем управления агропроизводством осуществляется относительно недавно, и уровень технологической оснащённости остаётся ниже, чем в развитых странах. Тем не менее, наблюдается положительная динамика. Например, в рамках внедрения цифровых решений площадь оцифрованных сельскохозяйственных земель увеличилась с 2,3 млн до 4,4 млн гектаров за несколько лет .

Казахстанские агропредприятия активно внедряют: системы мониторинга полей на основе спутниковых данных; автоматизированную сельскохозяйственную технику; цифровые платформы управления ресурсами (земля, техника, удобрения).

Однако сохраняются проблемы, связанные с недостаточным уровнем цифровой инфраструктуры, нехваткой квалифицированных кадров и ограниченным доступом к инвестициям.

В странах Европейский союз цифровизация сельского хозяйства развивается наиболее активно и системно. Высокий уровень цифровой инфраструктуры обеспечивает широкое внедрение инновационных технологий.

Так, уровень покрытия сельских территорий широкополосным интернетом в ЕС достигает 85–97%, что создаёт условия для использования IoT, облачных сервисов и цифровых платформ.

Страны, такие как Германия и Нидерланды, занимают ведущие позиции в области цифрового земледелия, активно внедряя системы анализа больших данных, автоматизированные агроплатформы, а также технологии устойчивого сельского хозяйства в рамках «зелёного курса» Европейского союза. Рынок точного земледелия в Европе характеризуется высокой конкуренцией и участием крупных международных компаний, включая John Deere, Trimble и BASF Digital Farming.

В России цифровизация агропромышленного комплекса также демонстрирует устойчивое развитие, особенно в сегменте крупных агрохолдингов. Активно внедряются системы «умного поля», автоматизированные комплексы управления сельскохозяйственной техникой, а также цифровые платформы для комплексного управления производственными процессами.

Крупные агропредприятия используют технологии спутникового мониторинга, аналитики больших данных и искусственного интеллекта для прогнозирования урожайности и оптимизации ресурсов. Однако, как и в Казахстане, развитие цифровизации в России характеризуется неравномерностью: крупные хозяйства активно внедряют технологии, тогда как малые фермерские хозяйства сталкиваются с финансовыми и технологическими барьерами.

Мировая практика показывает, что цифровизация агропроизводства обеспечивает: повышение урожайности; снижение затрат на ресурсы (до 20–30%); улучшение качества продукции; повышение экологической устойчивости.

В то же время глобальный рынок цифрового сельского хозяйства демонстрирует устойчивый рост. Например, рынок IoT в сельском хозяйстве может достичь 25,8 млрд долларов к 2026 году, что свидетельствует о высокой инвестиционной привлекательности данного направления.

Таким образом, цифровизация агропроизводства является ключевым фактором повышения эффективности сельского хозяйства в глобальном масштабе. Примеры таких компаний, как John Deere, а также опыт Казахстан, Россия и стран Европейский союз демонстрируют, что внедрение цифровых технологий способствует переходу к устойчивой, высокотехнологичной и конкурентоспособной модели агропроизводства.

Несмотря на существующие барьеры, дальнейшее развитие цифровых платформ, интеграция искусственного интеллекта и расширение использования интернета вещей будут определять будущее сельского хозяйства как одной из наиболее инновационных отраслей экономики.

Интеграция платформ в цифровые экосистемы. Современные цифровые платформы в управлении инфраструктурой и агропроизводством редко функционируют автономно. Их максимальная эффективность достигается через интеграцию в цифровые экосистемы — комплекс взаимосвязанных сервисов, технологий, данных и участников, обеспечивающих

координацию процессов, обмен информацией и принятие решений на основе аналитики.[4, с.5]

Цифровая экосистема — это объединение разнородных платформ, сервисов и приложений в единую сеть, где каждый элемент взаимодействует с другими. Ключевыми компонентами являются:

1. *Данные и информационные потоки* — включают телеметрию, сенсорные данные, спутниковую информацию, сведения о ресурсах и производственных процессах.

2. *Цифровые платформы* — обеспечивают сбор, хранение и анализ данных; могут быть отраслевыми (например, управление инфраструктурой или агропроизводством) или межотраслевыми.

3. *Участники экосистемы* — государственные органы, бизнес, научные и исследовательские центры, финтех-организации и конечные пользователи.

4. *Интероперабельность* — стандартизированные протоколы обмена данными и API, позволяющие платформам взаимодействовать без потери информации.

5. *Аналитика и искусственный интеллект* — обработка больших данных, прогнозирование, оптимизация ресурсов и автоматизация принятия решений.

Цифровые экосистемы создают условия для перехода от изолированных решений к интегрированным управленческим процессам, где данные становятся активом для всех участников.

В ЕС создаются интегрированные экосистемы платформа Smart Cities и Green Deal, объединяющие управление городской инфраструктурой, энергетику, транспорт, ЖКХ и экологический мониторинг. Например: Smart Cities Digital Platform (ЕС) объединяет более 100 городов и 50 платформ, обеспечивая обмен данными о транспорте, энергопотреблении, водоснабжении и качестве воздуха.

Использование интероперабельных стандартов (FIWARE, ISO 37120) позволяет интегрировать локальные решения в единую инфраструктурную экосистему.

Эффективность: снижение энергопотребления на 15–20%, сокращение выбросов CO₂ и повышение эффективности транспортной системы на 10–12% .[5, с.13]

В Москве интеграция платформ «Умный город» осуществляется через единый городской портал управления инфраструктурой, который объединяет: транспортные платформы; системы мониторинга ЖКХ; платформы безопасности; сервисы для граждан (мобильные приложения, электронные услуги). На 2023 год: более 120 цифровых сервисов объединены в экосистему; система собирает данные с 15 000 датчиков IoT; внедрение цифровых двойников позволяет прогнозировать состояние городских объектов и оптимизировать ремонт и обслуживание. Эта интеграция обеспечивает: сокращение времени реагирования на аварии на 30–40%; снижение эксплуатационных расходов; повышение качества услуг для населения.

Казахстанская инициатива Smart Region направлена на интеграцию городских платформ с сельскохозяйственными и логистическими сервисами. Платформа объединяет данные о состоянии дорог, водоснабжения, энергетики и агропроизводства; использует IoT и спутниковые данные для анализа ситуации в режиме реального времени; в пилотных проектах, например, в Алматы и Актобе, наблюдается сокращение потерь воды и энергии на 12–15%, а точность прогнозирования урожайности повышена на 8–10%.

Преимущества интеграции платформ

1. *Эффективное управление ресурсами* — платформы обмениваются данными о потреблении энергии, воде, материалах и технике.
2. *Прогнозирование и аналитика* — объединённые данные позволяют применять AI и большие данные для моделирования сценариев, оценки рисков и предотвращения аварий.
3. *Снижение издержек* — централизованный контроль и автоматизация процессов сокращают эксплуатационные расходы и потери ресурсов.
4. *Повышение прозрачности* — интеграция позволяет отслеживать действия всех участников экосистемы, улучшает взаимодействие государства, бизнеса и граждан.
5. *Масштабируемость* — новые сервисы и платформы можно подключать без разрушения существующей системы.

Проблемы и вызовы интеграции

- *Несовместимость платформ* — отсутствие стандартов обмена данными затрудняет интеграцию.
- *Кибербезопасность* — расширение сети увеличивает риски атак.
- *Высокая стоимость внедрения* — объединение платформ требует инвестиций в инфраструктуру и обучение персонала.
- *Регуляторные барьеры* — необходимость синхронизации законов и стандартов между различными участниками экосистемы.

Перспективы развития

- Расширение интеграции агроплатформ с транспортной, энергетической и городской инфраструктурой.
- Развитие цифровых двойников и AI для автоматизации управления комплексными экосистемами.
- Применение облачных платформ и открытых API для упрощения межсистемной интеграции.
- Создание единых стандартов и нормативной базы для интероперабельности платформ.

Заключение. Анализ современных цифровых платформ и экосистем демонстрирует их ключевую роль в трансформации управления инфраструктурой и агропроизводством. Интеграция разнородных платформ в единую цифровую среду позволяет обеспечить непрерывный обмен информацией между участниками процессов, повысить точность прогнозирования и эффективность принятия управленческих решений. Формирование таких экосистем способствует созданию устойчивой информационной инфраструктуры, где данные становятся стратегическим ресурсом для координации деятельности государственных структур, бизнеса и научного сообщества.

Опыт разных стран подтверждает, что успешная цифровизация требует не только технологических решений, но и институциональной зрелости, развитой инфраструктуры и взаимодействия всех субъектов экосистемы. Применение искусственного интеллекта, аналитики больших данных и технологий цифровых двойников позволяет моделировать сложные процессы и оптимизировать эксплуатацию объектов, что открывает перспективы для повышения устойчивости, адаптивности и инновационной способности систем управления.

Таким образом, цифровые платформы и экосистемы выступают фундаментом перехода к высокотехнологичной и интеллектуальной модели управления инфраструктурой и агропроизводством, способствуя интеграции технологий, данных и участников в единую управленческую среду, ориентированную на эффективность, устойчивость и стратегическое развитие отраслей.

Список источников

1. Иванов И.И. Цифровая экономика и управление. — М., 2022.
2. Петров П.П. Инновации в агропромышленном комплексе. — СПб., 2023.
3. OECD. Digital Agriculture: Opportunities and Challenges. — 2021.
4. World Bank. Digital Development Report. — 2022.
5. McKinsey & Company. Smart Infrastructure Report. — 2023.

© Жуконова Д.Е., Аханов С.И., 2026

ЦИФРОВИЗАЦИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ОЧИСТКОЙ СТОЧНЫХ ВОД КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Альбина Бериккалиевна Кайранбаева

Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет, г.
Уральск, Казахстан

e-mail: a.center.t@mail.ru

Аннотация. В статье анализируется роль цифровизации систем автоматического управления очисткой сточных вод как ключевого фактора повышения эффективности очистных сооружений. Рассмотрены современные подходы к внедрению интеллектуальных систем контроля и управления, методы мониторинга и анализа технологических параметров в реальном времени, а также интеграция цифровых решений с существующими очистными технологиями. Обсуждаются преимущества цифровизации, включая снижение энергозатрат, оптимизацию химической обработки, улучшение качества воды и предотвращение аварийных ситуаций. Представлены результаты моделирования работы цифровой системы управления на примере механической и биологической очистки.

Ключевые слова: цифровизация, автоматическое управление, очистка сточных вод, эффективность, интеллектуальные системы, мониторинг.

Для цитирования: Кайранбаева А.Б. Цифровизация систем автоматического управления очисткой сточных вод как фактор повышения эффективности очистных сооружений // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с. 528

Original article

DIGITALIZATION OF AUTOMATED WASTEWATER TREATMENT CONTROL SYSTEMS AS A FACTOR IN IMPROVING THE EFFICIENCY OF TREATMENT FACILITIES

Alina Berikkalievna Kairanbayeva

West Kazakhstan Innovative Technology University, Uralsk, Kazakhstan

e-mail: a.center.t@mail.ru

Annotation. The article discusses the role of digitalization in automated wastewater treatment control systems to improve the efficiency of treatment facilities. Modern approaches to the implementation of intelligent control systems, real-time monitoring, and analysis of technological parameters are presented. The benefits of digitalization, including energy savings, optimization of chemical treatment, water quality improvement, and prevention of emergency situations, are analyzed. Simulation results of digital control systems in mechanical and biological treatment processes are presented.

Keywords: digitalization, automated control, wastewater treatment, efficiency, intelligent systems, monitoring.

For citation: Kairanbayeva A.B. Digitalization of automated wastewater treatment control systems as a factor in improving the efficiency of treatment facilities // Contemporary Problems and Prospects of Construction, Heat and Gas Supply, and Energy: Proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026, p. 528

Введение. В современном мире эффективность очистки сточных вод является одной из ключевых задач обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития городских и промышленных территорий. Основные проблемы традиционных очистных сооружений связаны с растущей нагрузкой на системы канализации, изменчивостью состава сточных вод и высокими энергозатратами на их обработку. В таких условиях внедрение цифровых технологий становится необходимым инструментом повышения эффективности и надежности очистных процессов [1, с. 23; 2, с. 45].

Цифровизация систем очистки сточных вод предполагает использование современных информационно-коммуникационных технологий, сенсорных сетей, программируемых логических контроллеров и SCADA-систем для автоматизированного контроля технологических параметров. В реальном времени такие системы позволяют отслеживать концентрацию загрязняющих веществ, уровень растворенного кислорода, скорость потока и другие критически важные показатели, что значительно улучшает управление процессами и снижает риск аварийных ситуаций [3, с. 48].

Преимущества цифровизации проявляются не только в повышении надежности работы очистных сооружений, но и в снижении эксплуатационных расходов. Автоматические системы управления позволяют оптимизировать подачу реагентов, минимизировать потери энергии и материалов, а также прогнозировать возможные отклонения от технологических норм [4, с. 2378].

Кроме того, цифровизация способствует интеграции очистных сооружений в систему «умного города», где обмен данными между различными объектами инфраструктуры позволяет создавать более устойчивые и экологичные решения. Прогнозные модели на основе больших данных позволяют заранее выявлять потенциальные пиковые нагрузки, корректировать режимы работы насосов и фильтров и, таким образом, снижать вероятность аварий [5, с. 110].

Таким образом, цифровизация систем автоматического управления очисткой сточных вод не только повышает эффективность работы очистных сооружений, но и является стратегическим направлением развития городской инфраструктуры и экологической безопасности.

Особое внимание в современных исследованиях уделяется электрическим методам очистки сточных вод, таким как электрокоагуляция, электроокисление и электрофлотация. Эти методы отличаются высокой эффективностью удаления загрязнителей, снижением потребности в химических реагентах и возможностью интеграции с автоматизированными системами управления. В условиях цифровизации такие технологии приобретают дополнительную значимость за счёт возможности точного регулирования электрических параметров и оптимизации энергопотребления [10, с. 12; 11, с. 32].

Методы цифровизации систем очистки сточных вод. Цифровизация очистных сооружений включает несколько ключевых компонентов: сенсорный мониторинг, автоматизированное управление процессами и использование интеллектуальных аналитических инструментов. Эти компоненты взаимосвязаны и обеспечивают полный цикл контроля и оптимизации очистки сточных вод [6, с. 128].

Сенсорный мониторинг. Современные очистные сооружения используют широкий спектр сенсорных устройств для непрерывного измерения основных параметров сточных вод. К таким параметрам относятся: концентрация органических веществ (BOD, COD), содержание растворенного кислорода, температура, pH, уровень загрязнителей, скорость потока и давление в трубопроводах. Данные датчиков передаются на центральный контроллер, где они анализируются в реальном времени [7, с. 132].

Использование датчиков позволяет быстро выявлять отклонения от нормальных показателей, своевременно реагировать на аварийные ситуации и корректировать технологические процессы. Например, при снижении уровня растворенного кислорода автоматически регулируется работа аэраторов, что предотвращает гибель биологических реагентов и обеспечивает стабильность очистки [2, с. 57].

SCADA и автоматическое управление. SCADA-системы (Supervisory Control And Data Acquisition) интегрируют все датчики и исполнительные механизмы в единую сеть, обеспечивая централизованный контроль и управление. Основные функции SCADA включают:

- автоматическую регулировку подачи реагентов в зависимости от концентрации загрязнителей;
- оптимизацию скорости работы насосных и фильтрующих установок;
- сбор, хранение и визуализацию данных в режиме реального времени;
- прогнозирование и предупреждение аварийных ситуаций [3, с. 48].

Применение SCADA и автоматического управления позволяет значительно снизить человеческий фактор, повышая точность и оперативность принятия решений. Кроме того, интеграция SCADA с аналитическими

инструментами позволяет прогнозировать нагрузку на очистные сооружения и проводить моделирование различных сценариев работы.

Интеллектуальные аналитические инструменты. Цифровизация предполагает использование алгоритмов анализа больших данных и машинного обучения для прогнозирования и оптимизации процессов очистки. Например, предиктивная аналитика позволяет заранее выявлять повышенные нагрузки и изменять режим работы оборудования до наступления критических условий [5, с. 115]. Такой подход повышает качество очистки и сокращает эксплуатационные расходы.

Таким образом, комплексное применение сенсорного мониторинга, SCADA-систем и аналитических инструментов позволяет создавать полностью цифровые системы управления очисткой сточных вод, обеспечивающие высокий уровень надежности и эффективности очистных сооружений [4, с. 2380].

Электрические методы очистки сточных вод и их цифровизация. Одним из перспективных направлений развития очистных технологий являются электрические методы очистки сточных вод. К ним относятся электрокоагуляция, электрофлотация и электрохимическое окисление. Эти методы основаны на воздействии электрического тока на загрязнённую воду, что позволяет эффективно удалять взвешенные вещества, тяжёлые металлы, нефтепродукты и органические соединения.

Электрокоагуляция заключается в растворении анодов (чаще всего алюминиевых или железных), в результате чего образуются коагулирующие агенты непосредственно в воде. Это позволяет отказаться от внесения химических реагентов и снизить вторичное загрязнение [11, с. 30].

Электрофлотация обеспечивает удаление загрязнений за счёт образования микропузырьков газа (водорода и кислорода), которые поднимают загрязняющие частицы на поверхность.

Электрохимическое окисление позволяет разрушать органические загрязнители на молекулярном уровне, включая трудноокисляемые соединения.

В условиях цифровизации эффективность этих методов значительно возрастает. Системы автоматического управления позволяют:

- регулировать силу тока и напряжение в зависимости от состава сточных вод;
- оптимизировать энергопотребление;
- контролировать скорость электрохимических реакций в реальном времени;
- предотвращать образование побочных продуктов.

Интеграция электрических методов с SCADA-системами и интеллектуальными алгоритмами делает их особенно перспективными для применения в современных очистных сооружениях, обеспечивая высокую степень очистки при снижении эксплуатационных затрат.

Преимущества цифровизации. Цифровизация систем автоматического управления очисткой сточных вод предоставляет комплексные преимущества,

охватывающие технологические, экономические и экологические аспекты [6, с. 128]. В первую очередь, использование интеллектуальных систем мониторинга и управления позволяет повысить точность контроля параметров очистки, что напрямую отражается на качестве воды на выходе [1, с. 23]. Системы в реальном времени регистрируют концентрацию загрязняющих веществ, уровень растворенного кислорода, температуру, pH и поток сточных вод. Такой подход позволяет корректировать работу аэраторов, насосов и фильтров мгновенно, предотвращая отклонения от нормативов [3, с. 48].

Кроме того, цифровизация способствует оптимизации энергозатрат. Традиционные системы очистки работают по фиксированным режимам, что часто приводит к перерасходу электроэнергии. Автоматизированные системы на основе анализа данных корректируют работу насосов и компрессоров, снижая потребление энергии на 15–25% без снижения качества очистки [5, с. 115]. Оптимизация расхода химических реагентов также является значительным фактором экономии: автоматические дозаторы подстраиваются под фактическую нагрузку на очистные сооружения, уменьшая перерасход и минимизируя образование излишков осадка [6, с. 128].

Экологический эффект цифровизации также высок. За счет постоянного мониторинга и автоматической коррекции процессов снижается риск сброса неочищенной или недостаточно очищенной воды, что уменьшает негативное воздействие на водоемы [7, с. 132]. Интеллектуальные системы позволяют заранее прогнозировать аварийные ситуации, такие как перегрузка биореакторов или переполнение резервуаров, и предотвращать их с помощью автоматических корректировок.

Наконец, цифровизация обеспечивает интеграцию очистных сооружений в концепцию «умного города». Объединение данных от различных объектов инфраструктуры позволяет прогнозировать пиковые нагрузки, координировать работу насосных станций и распределять ресурсы более рационально [4, с. 2380]. Это особенно важно для крупных городов с нестабильной нагрузкой на канализационные сети и меняющимися характеристиками сточных вод [1, с. 23].

Таким образом, цифровизация не только повышает эффективность очистки сточных вод, но и улучшает экономические показатели работы сооружений, снижает энергопотребление и минимизирует экологический риск, создавая условия для устойчивого функционирования городских водоочистных систем.

Внедрение электрических методов очистки в сочетании с цифровыми системами управления позволяет достичь дополнительного эффекта энергосбережения. За счёт точной регулировки параметров электрического тока снижается перерасход энергии, а эффективность удаления загрязнителей возрастает. Это особенно актуально для промышленных сточных вод со сложным составом.

Пример внедрения. Для иллюстрации эффективности цифровизации рассмотрим пример внедрения интеллектуальной системы управления на

очистных сооружениях среднего промышленного города [6, с. 128; 7, с. 132]. До внедрения цифровой системы использовались традиционные методы контроля: ручная проверка параметров, фиксированные режимы насосов и дозировка реагентов по усреднённым нормам. Это приводило к перерасходу химических реагентов, высокому энергопотреблению и периодическим превышениям нормативов [2, с. 57].

После внедрения цифровой системы были установлены сенсорные датчики для мониторинга BOD, COD, уровня растворенного кислорода, температуры, pH и потока воды. Все датчики интегрировались с SCADA-системой, которая позволяла контролировать работу насосов, аэраторов и дозаторов реагентов в режиме реального времени. Дополнительно были внедрены алгоритмы анализа данных и предиктивного моделирования, позволяющие прогнозировать возможные нагрузки на сооружения и заранее корректировать режим работы оборудования [5, с. 115].

Результаты внедрения оказались впечатляющими: энергозатраты на насосные станции снизились на 20%, расход химических реагентов уменьшился на 18%, а качество сбросов стабилизировалось в пределах нормативов. Периодические аварийные ситуации практически исчезли благодаря своевременной корректировке режимов работы биореакторов и насосных станций.

Особенно важно отметить влияние цифровизации на эксплуатационную надежность. Ранее сотрудники регулярно сталкивались с необходимостью ручного вмешательства при превышении концентрации загрязнителей или переполнении резервуаров. После внедрения системы вмешательство человека требуется только для плановых проверок и обслуживания оборудования, что снижает нагрузку на персонал и уменьшает вероятность ошибок.

Этот пример демонстрирует, что цифровизация является не просто технологическим новшеством, но и эффективным инструментом повышения устойчивости очистных сооружений, снижения расходов и улучшения качества воды. При массовом внедрении таких систем можно ожидать значительного улучшения экологической безопасности и экономической эффективности водоочистки на национальном уровне [7, с. 132].

Заключение. Цифровизация систем автоматического управления очисткой сточных вод является стратегическим направлением развития водоочистой инфраструктуры [1, с. 23; 6, с. 128]. Современные технологии позволяют объединять сенсорный мониторинг, SCADA-системы и аналитические инструменты для комплексного управления процессами очистки. Такой подход обеспечивает непрерывное наблюдение за технологическими параметрами, прогнозирование аварийных ситуаций и оптимизацию расхода ресурсов.

Преимущества цифровизации включают снижение энергопотребления на 15–25%, оптимизацию дозировки химических реагентов, повышение точности очистки и снижение вероятности аварий. Интеллектуальные системы позволяют интегрировать очистные сооружения в общегородские системы

управления, прогнозировать нагрузку и обеспечивать более рациональное распределение ресурсов. Это особенно актуально для крупных городов и промышленных объектов с переменной нагрузкой на сети сточных вод [6, с. 128].

Примеры успешного внедрения цифровых систем подтверждают, что их использование позволяет существенно повысить эффективность и надежность очистных сооружений. Энергосбережение, улучшение качества сбросов и сокращение аварийных ситуаций создают условия для устойчивого развития городской инфраструктуры и обеспечения экологической безопасности.

Дальнейшее развитие цифровизации должно включать внедрение машинного обучения и предиктивной аналитики, позволяющих строить точные прогнозы нагрузки, выявлять потенциальные риски и оптимизировать работу очистных сооружений на основе больших данных. Комплексная интеграция цифровых решений с традиционными технологиями очистки сточных вод создаёт основу для формирования «умных» водоочистных систем будущего, обеспечивающих высокую эффективность и устойчивость инфраструктуры.

Таким образом, цифровизация является не только фактором повышения технологической эффективности, но и важным инструментом стратегического управления экологическими ресурсами и экономическими показателями очистных сооружений.

Особую перспективу представляет сочетание цифровизации с электрическими методами очистки сточных вод. Такие технологии позволяют не только повысить эффективность удаления загрязнений, но и минимизировать использование химических реагентов, что снижает экологическую нагрузку. Управление электрическими параметрами в автоматическом режиме обеспечивает гибкость технологических процессов и их адаптацию к изменяющимся условиям.

Список источников

1. Михайлов А.В. Современные технологии очистки сточных вод. – Москва: Водное хозяйство, 2020. – 256 с.
2. Петров С.Н. Автоматизация водоочистных процессов. – Санкт-Петербург: Химия, 2019. – 198 с.
3. Иванов И.И., Смирнова Л.А. SCADA-системы в водоподготовке // Вестник водного хозяйства. 2021. №3, с. 45–52.
4. Zhang L., Li Y. Intelligent control of wastewater treatment plants // Water Science & Technology. 2020. Vol. 81, No. 12, pp. 2378–2386.
5. Kim H., Park S. Digital transformation in wastewater management // Environmental Engineering Research. 2019. Vol. 24, No. 4, pp. 110–120.
6. Sadeghi A., et al. IoT-based monitoring in water treatment plants // Journal of Cleaner Production. 2021. Vol. 319, pp. 128–137.
7. Новиков П.В., Кузнецова Т.А. Применение датчиков в автоматическом управлении очисткой сточных вод. – Екатеринбург: УрФУ, 2020. – 132 с.

8. Li J., et al. Real-time data analytics in wastewater treatment // Water Research. 2021. Vol. 200, pp. 117–126.

9. Smirnov A., Petrov D. Программное обеспечение для оптимизации водоочистки // Водные ресурсы России. 2022. №5, с. 67–74.

10. Mollah M.Y.A., Schennach R., Parga J.R., Cocke D.L. Electrocoagulation (EC) — science and applications // Journal of Hazardous Materials. 2001. Vol. 84, pp. 29–41.

© Кайранбаева А.Б., 2026

Обзорная статья
УДК 69.004.8

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Елена Владимировна Кузнецова¹,
Александра Сергеевна Кривцова²

^{1,2}Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко, г. Оренбург, Россия

¹com4lena@mail.ru

²pancenkoaleksandra@yandex.ru

Аннотация: В статье рассматриваются современные тенденции развития строительной отрасли в условиях цифровизации и внедрения технологий искусственного интеллекта. Особое внимание уделяется применению методов машинного обучения и автоматизации на различных этапах строительного производства — от проектирования до управления и контроля выполнения работ. Анализируются возможности использования специализированных программных комплексов, а также роботизированных и аддитивных технологий, включая 3D-печать зданий. Отмечается роль искусственного интеллекта в повышении эффективности планирования, снижении затрат, обеспечении безопасности и оптимизации трудовых процессов. Приводятся примеры внедрения инновационных решений в различных странах.

Ключевые слова: искусственный интеллект, цифровизация, машинное обучение, автоматизация строительных процессов, BIM-моделирование, проектирование, управление проектами, 3D-печать зданий, роботизация.

Для цитирования: Кузнецова Е.В., Кривцова А.С. Особенности использования искусственного интеллекта в строительном производстве // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.535

THE PROBLEMS OF THREE-LAYER BRICKWORK

Elena Vladimirovna Kuznetsova¹,

Alexandra Sergeevna Krivcova²

^{1,2} Orenburg State University, Orenburg named after V.A. Bondarenko, Russia

¹com4lena@mail.ru

²pancenkoaleksandra@yandex.ru

Annotation: The article examines current trends in the development of the construction industry in the context of digitalization and the introduction of artificial intelligence technologies. Special attention is paid to the application of machine learning and automation methods at various stages of construction production, from design to management and control of work. The possibilities of using specialized software systems, as well as robotic and additive technologies, including 3D printing of buildings, are analyzed. The role of artificial intelligence in improving planning efficiency, reducing costs, ensuring safety and optimizing work processes is noted. Examples of the implementation of innovative solutions in various countries are given.

Keywords: artificial intelligence, digitalization, machine learning, automation of construction processes, BIM modeling, design, project management, 3D printing of buildings, robotics.

For citation: Kuznetsova E.V., Krivcova A.S. Features of the use of artificial intelligence in the construction industry//Modern problems and prospects of development of construction, heat and gas supply and energy supply: proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilovsky University, 2026, p.535

Строительная отрасль представляет собой динамично развивающееся направление научно-практической деятельности. Требования к организации строительных процессов постоянно возрастают. Основная задача заключается в обеспечении возведения объектов с минимальными затратами трудовых и материальных ресурсов, при соблюдении высокого уровня качества и установленных сроков, определённых договорной документацией или проектом. В начале XXI века активно начала развиваться технология искусственного интеллекта, обладающая способностью к самообучению.

На сегодняшний день она широко применяется в различных сферах, включая информационные технологии, медицину, транспорт и бизнес. Постепенно данные решения внедряются и в строительную индустрию. Искусственный интеллект используется на разных этапах организации строительного производства: от проектирования до управления проектами, логистики и обеспечения безопасности. При этом ключевая роль специалистов и их профессионального опыта по-прежнему остаётся определяющей при

разработке зданий и сооружений. Сбор и анализ данных, включая поведение заказчиков, позволяют совершенствовать будущие проекты. Уровень развития технологий искусственного интеллекта напрямую влияет на эффективность проектирования, сроки реализации объектов, производительность труда и уровень безопасности.

Цифровизация становится необходимым условием для принятия обоснованных решений и интеграции всех этапов создания строительной продукции. Современные достижения в области машинного обучения дают возможность автоматизировать строительные процессы. Уже сегодня применяются роботы, выполняющие кладку, сварку, бетонирование, а также технологии аддитивного строительства, позволяющие возводить здания с использованием 3D-печати. В профессиональной деятельности широко используются специализированные программные продукты, такие как AutoCAD, ArchiCAD, Revit, Allplan, nanoCAD, SCAD Office и другие. Например, AutoCAD предоставляет инструменты для разработки чертежей и создания двух- и трёхмерных моделей, а также управления печатью, включая трёхмерные объекты. Дополнительные модули расширяют его функциональные возможности, позволяя решать задачи архитектурного проектирования, инфраструктурного планирования и координации проектов. ArchiCAD, в свою очередь, ориентирован на создание информационных моделей зданий и подготовку проектной документации.

Научная значимость исследования заключается в анализе современных подходов к применению искусственного интеллекта в строительстве. Рассматриваются возможности автоматизации рутинных задач управления, оптимизации планирования, предотвращения задержек поставок и урегулирования конфликтных ситуаций. Отмечается, что использование ИИ позволяет быстрее выявлять потенциальные проблемы по сравнению с традиционными методами. Руководители проектов всё чаще применяют такие технологии для обработки больших объёмов данных и принятия решений.

Одним из направлений является использование нейросетей для анализа видеонаблюдения на строительных площадках. Это позволяет контролировать соблюдение техники безопасности, например, ношение защитных касок. В случае нарушения система автоматически уведомляет руководство, что способствует оперативному принятию мер и снижению уровня травматизма.

Также технологии глубокого обучения применяются для оценки эффективности труда работников. Анализируя действия сотрудников, тип выполняемых работ и затраченное время, можно объективно оценить их вклад и выявить отклонения от норм. Во многих странах подобные технологии уже внедрены. Например, в Объединённых Арабских Эмиратах активно используется 3D-печать зданий: в Дубае офисное здание было создано в кратчайшие сроки с применением данной технологии. Кроме того, широко применяется сборное строительство, позволяющее существенно сократить затраты времени и ресурсов. В Китае реализуются проекты «умных» строительных площадок с использованием сетей 5G, носимых устройств и

интеллектуальных систем мониторинга. Это позволяет дистанционно контролировать ход работ, обеспечивать безопасность и повышать эффективность взаимодействия между участниками проекта. В России элементы «умного строительства» внедряются, например, в инновационном центре Сколково. Здесь применяются цифровые платформы управления проектами, беспилотные летательные аппараты для мониторинга объектов, а также современные средства связи для оперативной передачи данных.

Проведённый анализ показывает, что искусственный интеллект становится важной составляющей строительной отрасли, охватывая все этапы — от проектирования до контроля выполнения работ. Технологии машинного обучения, BIM-моделирования и автоматизированного анализа данных значительно повышают эффективность процессов и снижают риски. В то же время искусственный интеллект следует рассматривать как инструмент, дополняющий деятельность человека. Ключевые решения по-прежнему принимаются специалистами, обладающими опытом, знаниями и профессиональной ответственностью.

Таким образом, перспективы развития строительной отрасли связаны не с заменой человека технологиями, а с их эффективным взаимодействием. Искусственный интеллект берёт на себя выполнение рутинных операций и анализ данных, позволяя специалистам сосредоточиться на стратегических и творческих задачах.

Список источников

1 Городнова Н.В. Применение искусственного интеллекта и нанотехнологий в инвестиционно-строительном секторе России. Вестник НГУЭУ 2021, 3, 81–95.

2 Будущее искусственного интеллекта: искусственный интеллект в строительстве. Доступно онлайн: <https://onekeyresources.milwaukeeetool.com/en/ai-in-construction> (по состоянию на 27 июня 2023 года).

3 Ivanova S. et al. Artificial intelligence methods for the construction and management of buildings //Sensors. – 2023. – Т. 23. – №. 21. – С. 8740.

4 Каширипур Мохаммад Махди, Николук Владимир Александрович Возможности искусственного интеллекта в строительной индустрии // Вестник ТГАСУ. 2024. №1.

5 Багаутдинова А.Р., Гаврилова Т.Е. Инновационные технологии в сфере строительства и их коммерциализация. В: Корпоративное управление и инноватика в условиях трансформационных процессов. Сб. науч. ст. Всероссийской (национальной) науч.-практ. конф. «Инновации в управлении социально-экономическими системами» (RCIMSS-2023). Москва: Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова; 2023, с. 49-54.

6 Ланчаков А.Б. Инновационные технологии и искусственный интеллект в сфере строительства. Вестник НИЦ «Строительство». 2024;43(4):166-181.

© Кузнецова Е.В., Кривцова А.С., 2026

ЦИФРОВИЗАЦИЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ТЕРЕКТИНСКОГО РАЙОНА

**Алия Бигазиевна Муханбетжанова¹,
Айгуль Мамаевна Казамбаева²**

^{1,2}Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г.
Уральск, Казахстан

¹salta_em@mail.ru

²aigul_km@bk.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние цифровизации малого и среднего бизнеса на устойчивое социально-экономическое развитие Теректинского района Западно-Казахстанской области. Проведен комплексный анализ состояния и динамики развития субъектов малого и среднего предпринимательства, включая показатели занятости, предпринимательской активности и объемов производства. Установлено, что сектор МСБ демонстрирует переход от количественного роста к качественному развитию, характеризующемуся увеличением доли активных предприятий и значительным ростом объемов выпуска продукции. Предложены направления дальнейшего развития цифровизации и поддержки МСБ на региональном уровне.

Ключевые слова: малый и средний бизнес, цифровизация, устойчивое развитие, региональная экономика, предпринимательство, Казахстан.

Для цитирования: Муханбетжанова А.Б., Казамбаева А.М. Цифровизация малого и среднего бизнеса как фактор устойчивого социально-экономического развития Теректинского района // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026. С.539

Original article

DIGITALIZATION OF SMALL AND MEDIUM-SIZED BUSINESSES AS A FACTOR OF SUSTAINABLE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE TEREKTA DISTRICT

**Aliya Bigazievna Mukhanbetzhanova¹,
Aigul Mamayevna Kazambayeva²**

^{1,2} West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan, Uralsk, Kazakhstan

¹ salta_em@mail.ru

² aigul_km@bk.ru

Abstract. The article examines the impact of digitalization of small and medium-sized businesses on the sustainable socio-economic development of the Terektinsky District of the West Kazakhstan Region. A comprehensive analysis of the state and dynamics of development of small and medium-sized enterprises, including indicators of employment, entrepreneurial activity, and production volumes, has been conducted. It has been established that the SME sector is demonstrating a transition from quantitative growth to qualitative development, characterized by an increase in the share of active enterprises and a significant increase in production volumes. The article proposes directions for further development of digitalization and support for SMEs at the regional level.

Keywords: small and medium-sized businesses, digitalization, sustainable development, regional economy, entrepreneurship, Kazakhstan.

For citation: Mukhanbetzhanova A.B., Kazambaeva A.M. Digitalization of Small and Medium-Sized Businesses as a Factor in the Sustainable Socioeconomic Development of the Terekty District // Modern Problems and Prospects of Construction, Heat and Gas Supply, and Energy Security: Proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026. P. 539

Цифровизация становится одним из ключевых факторов повышения эффективности предпринимательской деятельности. В условиях сельских территорий внедрение цифровых технологий позволяет: оптимизировать бизнес-процессы; снижать издержки производства; расширять рынки сбыта продукции; повышать прозрачность и управляемость бизнеса [1].

В аграрном секторе цифровизация проявляется через использование современных технологий, включая системы учета, онлайн-платформы, автоматизацию производственных процессов и цифровые сервисы государственной поддержки.

Особую роль цифровизация играет в развитии сельскохозяйственного предпринимательства, обеспечивая повышение производительности и конкурентоспособности продукции [2].

Малый и средний бизнес (МСБ) является одним из ключевых факторов устойчивого социально-экономического развития территорий, особенно в сельских регионах. Он обеспечивает создание рабочих мест, формирование доходов населения и развитие предпринимательской активности.

Для Теректинского района развитие МСБ имеет особое значение, поскольку экономика района в значительной степени ориентирована на сельское хозяйство и характеризуется ограниченными возможностями промышленного роста. В этих условиях цифровизация предпринимательской

деятельности выступает важным инструментом повышения эффективности бизнеса и устойчивости региональной экономики.

Целью статьи является анализ влияния цифровизации малого и среднего бизнеса на устойчивое развитие Теректинского района и обоснование направлений его дальнейшего развития.

Теректинский район расположен на левобережье р. Урал, в северо-восточной части области. Территория района составляет 7,9 тыс. кв. км или 5,2% территории области. Численность населения составляет 38,6 тыс. человек или 5,5% численности населения области.

Границей района на севере является река Урал, на западе – земли г. Уральска, на востоке – земли Бурлинского района и на юге земли – Сырымского и Акжаикского районов.

Районный центр – с. Теректі. Административно-территориальное деление района представлено 15 сельскими округами и 49 сельскими населенными пунктами.

Основными отраслями являются сельское хозяйство и обрабатывающая промышленность. Удельный вес района в промышленном производстве области не высок и в 2024 году составил 0,3%. Объем промышленного производства с 2022 года увеличился с 6995,5 млн. тенге до 11 674,2 млн. тенге в 2024 году. Обрабатывающая промышленность представлена производством продуктов питания и производством продуктов нефтепереработки. Сельское хозяйство области специализируется на производстве мяса (говядина, баранина, конина) и зерна (пшеница, ячмень, рожь, просо).

В 2024 году валовая продукция сельского хозяйства в стоимостном выражении составила 28 290,3 млн. тенге, что на 9% меньше уровня 2022 года.

На район в 2024 году приходилось 6,4% областного объема инвестиций в основной капитал (1 место среди районов области).

Таблица 1 – Основные показатели развития малого и среднего бизнеса Теректинского района [3]

Показатель	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2024/2022, %
Количество зарегистрированных субъектов МСБ, ед.	2085	2298	2178	104,5
Количество активных субъектов, ед.	1882	2140	2083	110,7
Доля активных субъектов, %	90,3	93,1	95,6	+5,3 п.п.
Численность занятых, чел.	3874	4049	4462	115,2
Объем продукции МСБ, млн. тг	39647,2	40189,2	60002,2	151,4

Анализ данных таблицы 1 свидетельствует о в целом положительной динамике развития малого и среднего бизнеса (МСБ) в Теректинском районе в 2022–2024 гг., несмотря на отдельные структурные колебания.

Прежде всего, наблюдается умеренный рост общего количества зарегистрированных субъектов МСБ: с 2085 единиц в 2022 году до 2178 единиц в 2024 году, что соответствует увеличению на 4,5%. Вместе с тем, по сравнению с 2023 годом отмечается незначительное снижение (на 5,2%), что

может свидетельствовать о процессе «очистки» рынка от неэффективных или формально зарегистрированных субъектов.

При этом более показательной является динамика активных субъектов предпринимательства, число которых увеличилось с 1882 до 2083 единиц (на 10,7%). Рост доли активных предприятий с 90,3% до 95,6% указывает на повышение деловой активности и эффективности функционирования МСБ. Это свидетельствует о том, что предпринимательская среда становится более устойчивой и ориентированной на реальные экономические результаты.

Особое значение имеет рост занятости в секторе МСБ. Численность занятых увеличилась с 3874 до 4462 человек, или на 15,2%. Данная тенденция подтверждает важную социальную функцию малого и среднего бизнеса как источника создания рабочих мест и снижения уровня безработицы в сельской местности.

Наиболее значительные изменения наблюдаются в показателе объема произведенной продукции, который вырос с 39 647,2 млн. тенге в 2022 году до 60 002,2 млн. тенге в 2024 году. Прирост составил 51,4%, что свидетельствует о существенном повышении производительности и экономической эффективности предпринимательской деятельности. Данный рост может быть обусловлен увеличением инвестиционной активности, расширением масштабов производства, а также постепенным внедрением современных технологий и цифровых решений.

В целом, представленные данные позволяют сделать вывод о том, что сектор МСБ в Теректинском районе демонстрирует переход от количественного роста к качественному развитию, характеризующемуся увеличением доли активных предприятий, ростом занятости и значительным повышением объемов производства.

Данные рисунка 1 отражают динамику объема продукции субъектов малого и среднего бизнеса Теректинского района за 2022-2024 гг. и позволяют оценить тенденции развития предпринимательского сектора.

В рассматриваемый период наблюдается устойчивый рост объема производства продукции МСБ. Так, в 2022 году данный показатель составил 39 647,2 млн. тенге, в 2023 году увеличился до 40 189,2 млн. тенге, а в 2024 году достиг 60 002,2 млн. тенге. На первом этапе (2022-2023 гг.) рост был незначительным и составил около 1,4%, что может свидетельствовать о стабилизации предпринимательской активности после внешнеэкономических и внутренних ограничений. Однако уже в 2024 году наблюдается резкий скачок объема производства более чем на 49% по сравнению с предыдущим годом, что указывает на качественные изменения в развитии сектора МСБ.

Столь значительный рост может быть обусловлен рядом факторов, включая увеличение инвестиционной активности, расширение производственных мощностей, повышение эффективности деятельности предприятий, а также постепенное внедрение современных технологий и цифровых решений в бизнес-процессы.

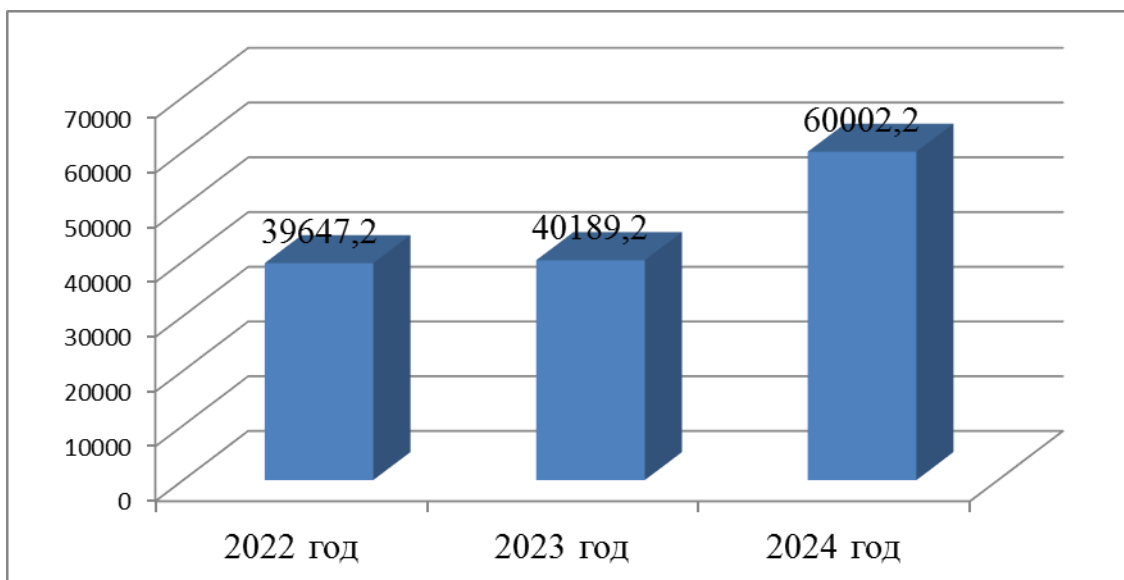


Рисунок 1 – Динамика объема продукции субъектов МСБ Теректинского района, млн. тенге [3]

Следует отметить, что увеличение объемов производства происходит на фоне роста занятости и доли активных предприятий, что подтверждает укрепление экономической роли малого и среднего бизнеса в развитии района.

Динамика объема продукции МСБ свидетельствует о переходе предпринимательского сектора к этапу интенсивного роста, при котором ключевую роль начинают играть факторы повышения эффективности, включая цифровизацию, инновации и модернизацию производственных процессов.

Развитие малого и среднего бизнеса в районе приобретает устойчивый характер, однако дальнейший рост его эффективности напрямую зависит от уровня внедрения цифровых технологий, повышения инновационной активности и расширения доступа к финансовым ресурсам [4].

Представленная схема в рисунке 2 отражает логическую взаимосвязь между цифровизацией, развитием малого и среднего бизнеса и обеспечением устойчивого социально-экономического развития региона.

На первом этапе ключевую роль играет цифровизация, включающая внедрение современных технологий, таких как интернет вещей (IoT), онлайн-платформы, автоматизация бизнес-процессов и цифровые системы управления. Данные инструменты позволяют предприятиям оперативно обрабатывать информацию, повышать точность управленческих решений и адаптироваться к изменяющимся условиям рынка.

Следующим этапом является повышение эффективности малого и среднего бизнеса, которое проявляется в снижении производственных и транзакционных издержек, росте производительности труда и расширении доступа к рынкам сбыта. Цифровые решения способствуют оптимизации внутренних процессов предприятий и повышению их конкурентоспособности [5].

Повышение эффективности, в свою очередь, создает предпосылки для развития МСБ, выражающегося в увеличении числа действующих предприятий, росте занятости населения и активизации инвестиционной деятельности. Это способствует укреплению предпринимательской среды и расширению экономической базы территории.

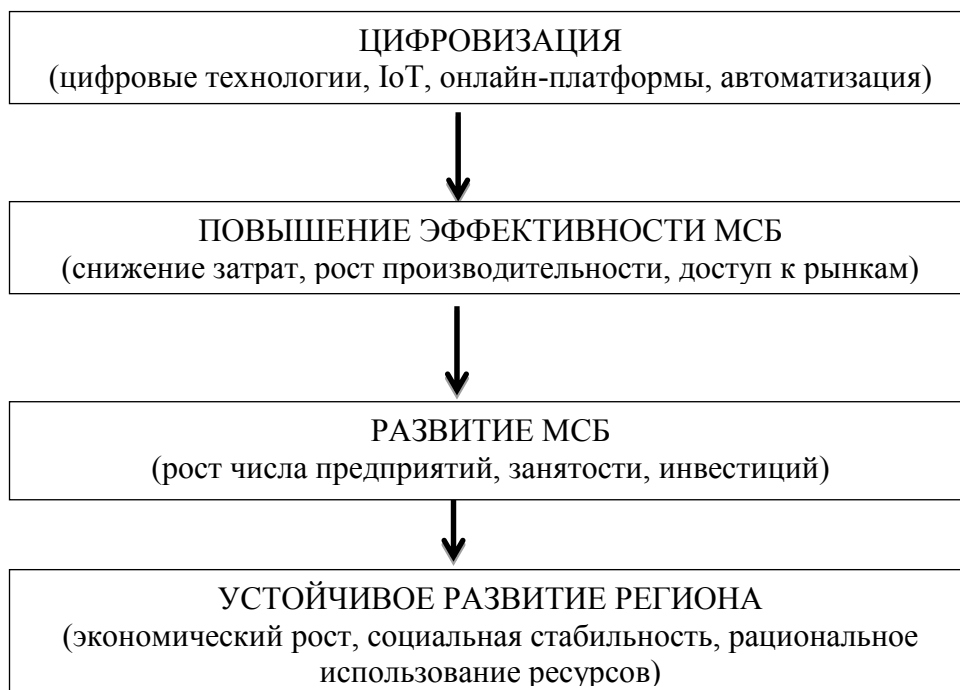


Рисунок 2 – Влияние цифровизации на развитие малого и среднего бизнеса и устойчивость региональной экономики

На завершающем этапе формируется устойчивое развитие региона, которое включает экономический рост, повышение уровня жизни населения, социальную стабильность и более рациональное использование природных ресурсов. Таким образом, цифровизация выступает системообразующим фактором, обеспечивающим переход от экстенсивной модели развития к более устойчивой и эффективной экономике [6].

Рисунок демонстрирует, что цифровизация через повышение эффективности бизнеса способствует развитию малого и среднего предпринимательства, что в конечном итоге обеспечивает устойчивое социально-экономическое развитие региона.

Проведенное исследование показало, что малый и средний бизнес является ключевым фактором устойчивого социально-экономического развития Теректинского района, обеспечивая формирование занятости, рост доходов населения и развитие предпринимательской активности. Анализ статистических данных свидетельствует о положительной динамике развития сектора МСБ, характеризующейся увеличением доли активных предприятий, ростом занятости и значительным увеличением объема произведенной продукции.

Вместе с тем выявлено, что развитие предпринимательства сопровождается рядом структурных ограничений, включая недостаточный доступ к финансовым ресурсам, слабую инфраструктурную обеспеченность и низкий уровень инновационной активности. В этих условиях особое значение приобретает цифровизация, выступающая важнейшим инструментом повышения эффективности и конкурентоспособности бизнеса [7].

Установлено, что внедрение цифровых технологий способствует оптимизации бизнес-процессов, снижению издержек, расширению рынков сбыта и повышению производительности труда. В свою очередь, повышение эффективности предпринимательской деятельности создает условия для развития малого и среднего бизнеса, что обеспечивает устойчивый экономический рост, социальную стабильность и более рациональное использование ресурсов на уровне региона.

Таким образом, цифровизация малого и среднего бизнеса является стратегическим направлением развития экономики Теректинского района. Для реализации данного потенциала необходимо дальнейшее развитие цифровой инфраструктуры, расширение государственной поддержки предпринимателей, повышение уровня цифровой грамотности и стимулирование внедрения инновационных решений.

В целом, результаты исследования подтверждают, что интеграция цифровых технологий в деятельность субъектов малого и среднего бизнеса является ключевым фактором формирования устойчивой и конкурентоспособной региональной экономики.

Список источников

1. Коробейникова Д. М., Федотова В. О., Аванесян Д. Н. Цифровая трансформация сельского предпринимательства: вызовы и возможности // Инновационная экономика: информация, аналитика, прогнозы. – 2025. – № 7. – С. 63–70. – DOI: 10.47576/2949-1894.2025.7.7.008
2. Ефимкина Ю. Е. Цифровизация как инструмент устойчивого развития сельских территорий // Вестник Российского университета кооперации. – 2024. – № 4 (58). – С. 17–22.
3. Малое и среднее предпринимательство в Западно-Казахстанской области. 2022-2024 г.г. // Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. – Астана, 2025. – URL: <https://stat.gov.kz> (дата обращения: 01.03.2026 г.).
4. Nechitailo, A. R., Marinina, O. (2022). Analysis of technological directions of electrification of hydrocarbon production facilities in poorly developed territories. СЕВЕР И РЫНОК Формирование Экономического Порядка, 25, 45. <https://doi.org/10.37614/2220-802x.2.2022.76.004>
5. Rogova, K. (2022). Effect of Regional Economic Development on Small and Medium-Sized Enterprises: Modern Concept of the Dependency. Bulletin of Kemerovo State University Series Political Sociological and Economic Sciences, 2022(3), 378. <https://doi.org/10.21603/2500-3372-2022-7-3-378-394>

6. Uruzbayeva, N. A. (2022). Assessment of the Contribution of Small and Medium-Sized Enterprises to the Output of the Cities of Republican Significance in Kazakhstan. *Economy of Regions*, 18(3), 867. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2022-3-17>

7. Yudin, S. S., Cherepovitsyn, A. (2022). Partnership between government and business to ensure the economic sustainability of complex industrial oil and gas systems in the Arctic. *СЕВЕР И РЫНОК Формирование Экономического Порядка*, 25, 7. <https://doi.org/10.37614/2220-802x.2.2022.76.001>

© Муханбетжанова А.Б., Казамбаева А.М., 2026

Научная статья

УДК 004.056:621.311

КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Акбаян Максимкызы Сарсенгалиева

ЧВПОУ Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет,
г. Уральск, Казахстан

asarsengaliyeva92@gmail.com

Аннотация. В условиях цифровой трансформации энергетической отрасли существенно возрастает значимость обеспечения кибербезопасности технологических процессов. В статье рассматриваются современные угрозы, характерные для энергетических систем и SCADA-инфраструктур. Особое внимание уделено применению методов искусственного интеллекта для выявления аномалий, прогнозирования инцидентов и повышения устойчивости критической инфраструктуры. Проведен анализ современных научных исследований в данной области.

Ключевые слова: кибербезопасность, энергетика, SCADA-системы, искусственный интеллект, машинное обучение, цифровизация

Для цитирования: Сарсенгалиева А.М. Кибербезопасность энергетических систем в условиях цифровой трансформации и использования искусственного интеллекта// Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026.С. 546

Original article

CYBERSECURITY OF ENERGY SYSTEMS IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Akbayan Maksimkyzy Sarsengaliyeva

West Kazakhstan Innovation and Technological University, Uralsk, Kazakhstan

asarsengaliyeva92@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-1033-6030>

Annotation. In the context of the digital transformation of the energy sector, the importance of ensuring cybersecurity of technological processes is significantly increasing. The article examines modern threats characteristic of energy systems and SCADA infrastructures. Particular attention is paid to the application of artificial intelligence methods for anomaly detection, incident prediction, and enhancing the resilience of critical infrastructure. An analysis of contemporary scientific research in this field is also presented.

Keywords: cybersecurity, energy sector, SCADA systems, artificial intelligence, machine learning, digitalization

For citation: Sarsengaliyeva A.M. Cybersecurity of energy systems in the context of digital transformation and the use of artificial intelligence // Modern Problems and Prospects for the Development of Construction, Heat and Gas Supply, and Energy Supply: Proceedings of the XVI National Conference with International Participation. – Saratov: Vavilov Saratov State University, 2026. P. 546

Введение

Энергетические системы являются ключевым элементом критической инфраструктуры, обеспечивающим функционирование промышленности, транспорта и социальной сферы. В условиях цифровизации наблюдается активное внедрение интеллектуальных систем управления, что повышает эффективность энергетических процессов, но одновременно увеличивает уровень киберрисков [1, с. 81–83; 2, с. 8].

Современные исследования показывают, что интеграция цифровых технологий в энергетике приводит к формированию киберфизических систем, уязвимых к комплексным атакам, способным оказывать влияние как на информационные, так и на физические процессы [1, с. 83–86].

Особую значимость приобретают SCADA-системы, широко используемые для управления распределенными энергетическими объектами. Их архитектурные особенности, включая использование устаревших протоколов и недостаточный уровень защиты, делают их одной из основных целей кибератак [2, с. 8, 31, 47].

1. Современные угрозы кибербезопасности

Киберугрозы в энергетических системах включают широкий спектр атак, направленных на нарушение работы оборудования и инфраструктуры. Среди них выделяются вредоносные программы, атаки типа «отказ в обслуживании», несанкционированный доступ, компрометация учетных данных, а также целенаправленные воздействия на SCADA-системы [2, с. 8; 3, с. 770–771]. Повышенная уязвимость подобных систем обусловлена тем, что многие из них изначально разрабатывались с приоритетом надежности и непрерывности

технологических процессов, а не с учетом современных требований информационной безопасности. В результате использование устаревших протоколов обмена данными, слабая сегментация сетей и недостаточный контроль доступа создают условия для успешной реализации кибератак.

Исследования показывают, что традиционные методы защиты, основанные на сигнатурном анализе, не способны эффективно выявлять новые и модифицированные атаки, что требует внедрения интеллектуальных методов обнаружения угроз [3, с. 771–772; 4, с. 323–327]. Это особенно актуально для энергетического сектора, где даже кратковременное нарушение технологического процесса может повлечь значительные экономические потери и создать риски для безопасности персонала и населения.

2. Применение искусственного интеллекта

Современные подходы к обеспечению безопасности энергетических систем активно используют методы машинного обучения. Алгоритмы искусственного интеллекта позволяют анализировать большие объемы данных и выявлять аномалии в работе систем, которые трудно обнаружить традиционными средствами мониторинга [3, с. 770–772; 5, с. 547–551]. Применение интеллектуального анализа особенно важно в условиях постоянно меняющегося характера угроз, когда киберпреступники используют новые сценарии атак, не имеющие заранее известных сигнатур.

В частности, модели машинного обучения, такие как Random Forest, KNN и логистическая регрессия, демонстрируют высокую эффективность при обнаружении атак в SCADA-средах [6, с. 12–13]. Их использование позволяет не только классифицировать подозрительные события, но и выявлять скрытые зависимости между параметрами сети, оборудования и пользовательской активности. В отличие от традиционных систем, интеллектуальные методы обеспечивают проактивную защиту, позволяя выявлять угрозы до их реализации [3, с. 772; 4, с. 323–327].

3. Интеллектуальный анализ и обнаружение аномалий

Одним из ключевых направлений применения искусственного интеллекта является анализ аномалий в работе энергетических систем. Современные исследования показывают, что методы глубокого обучения способны выявлять скрытые зависимости в данных и обнаруживать даже сложные атаки, маскирующиеся под штатные процессы [3, с. 772–773; 5, с. 556–562]. В энергетической инфраструктуре это особенно важно, поскольку атакующие нередко стремятся не к мгновенному разрушению системы, а к постепенному воздействию на параметры ее функционирования.

Кроме того, использование гибридных моделей позволяет повысить точность обнаружения угроз и снизить количество ложных срабатываний [4, с. 325–327]. Это имеет практическую ценность для диспетчерских и операторских центров, где избыток ложных тревог может снижать оперативность реагирования на действительно опасные события. По мнению автора, внедрение интеллектуальных методов анализа аномалий следует рассматривать

как один из ключевых факторов повышения устойчивости энергетической инфраструктуры в условиях роста цифровых угроз.

4. Перспективы использования генеративного ИИ

Перспективным направлением развития является применение адаптивных и гибридных интеллектуальных моделей для прогнозирования инцидентов, выявления неизвестных сценариев атак и повышения устойчивости критической инфраструктуры. Вместе с тем дальнейшие исследования должны быть направлены на повышение интерпретируемости моделей, снижение числа ложных срабатываний и защиту самих алгоритмов от атак на данные и модели [3, с. 772–773; 4, с. 326–328; 5, с. 563–568].

В дальнейшем особое значение будет иметь интеграция интеллектуальных систем защиты с цифровыми платформами управления энергетическими объектами. Это позволит перейти от фрагментарного реагирования на отдельные инциденты к построению комплексной архитектуры киберустойчивости, в которой прогнозирование, мониторинг и предупреждение угроз будут осуществляться непрерывно и в автоматизированном режиме.

Заключение

Таким образом, цифровизация энергетики требует внедрения новых подходов к обеспечению кибербезопасности. Использование искусственного интеллекта позволяет значительно повысить уровень защиты систем энергоснабжения за счет выявления аномалий, прогнозирования угроз и повышения точности анализа событий безопасности. В дальнейшем развитие интеллектуальных систем безопасности станет одним из ключевых направлений обеспечения устойчивости критической инфраструктуры. Практическая значимость исследования заключается в возможности применения рассмотренных подходов для повышения устойчивости энергетических систем в условиях роста киберугроз.

Список источников

1. Ashibani Y., Mahmoud Q.H. Cyber physical systems security: Analysis, challenges and solutions // Computers & Security. 2017. Vol. 68. P. 81–97.
2. Stouffer K., Pease M., Tang C., Zimmerman T., Pillitteri V., Lightman S., Hahn A. Guide to Operational Technology (OT) Security. NIST Special Publication 800-82 Rev. 3. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2023.
3. Ali K.A. The usage of AI-Based Anomaly Detection in SCADA Systems // International Journal of Science and Research Archive. 2025. Vol. 17. No. 1. P. 770–773. DOI: 10.30574/ijrsra.2025.17.1.2839.
4. Al-Muntaser B., Mohamed M.A., Tuama A.Y., Rana I.A. Cybersecurity Advances in SCADA Systems: Machine Learning-based Insider Threat Detection and Future Directions // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. 2023. Vol. 14. No. 8. P. 318–328. DOI: 10.14569/IJACSA.2023.0140835.

5. Sarker I.H., Ghosh A. Machine learning for cybersecurity: A comprehensive survey // IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing. 2021. Vol. 18. No. 2. P. 547–568.

6. Teixeira M.A., Salman T., Zolanvari M., Jain R., Meskin N., Samaka M. SCADA System Testbed for Cybersecurity Research Using Machine Learning Approach // Future Internet. 2018. Vol. 10. No. 8. Art. 76.

© Сарсенгалиева А.М., 2026

Научная статья
УДК 332.36, 711.14

ЭФФЕКТИВНЫЕ ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА ЗАСОРЕННОСТИ ЗЕМЕЛЬ БОРЩЕВИКОМ СОСНОВСКОГО

Евгений Алексеевич Флегонтов¹

Научный руководитель, доцент кафедры землеустройства и лесоводства -
Ткачев Александр Анатольевич²,

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

evflegontov@gmail.com

a.tkachev@rgau-msha.ru

Аннотация. В статье рассматриваются современные дистанционные методы мониторинга засоренности земель борщевиком Сосновского с целью оперативного выявления очагов и оценки их распространения. Описаны подходы на основе спутниковых (Landsat, Sentinel-2, Planet) и беспилотных (UAV) съёмок, мульти- и гиперспектральных данных, а также LiDAR-сканирования.

Ключевые слова: Борщевик Сосновского, инвазия, мониторинг, объектно-ориентированный анализ, машинное обучение, фенология.

Для цитирования: Флегонтов Е.А. Эффективные дистанционные методы мониторинга засоренности земель борщевиком Сосновского // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.550.

Original article

EFFECTIVE REMOTE METHODS OF MONITORING LAND CONTAMINATION WITH SOSNOVSKY'S HOGWOOD

Evgeniy Alekseevich Flegontov¹

Scientific director Associate Professor of the Department of Land Management and Forestry - **Tkachev Aleksandr Anatolyevich**²

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

¹evflegontov@gmail.com

²a.tkachev@rgau-msha.ru

Annotation. *This article examines modern remote sensing methods for monitoring Sosnowsky's hogweed infestations to quickly identify outbreaks and assess their spread. Approaches based on satellite (Landsat, Sentinel-2, Planet) and unmanned aerial vehicle (UAV) imagery, multi- and hyperspectral data, and LiDAR scanning are described.*

Keywords: *Sosnowsky's hogweed, invasion, monitoring, object-oriented analysis, machine learning, phenology.*

For citation: Flegontov E.A. Effective Remote Methods of Monitoring the Land Contamination by Sosnovsky's Cow parsnip // Modern Problems and Prospects of Construction, Heat and Gas Supply and Energy Supply Development: Proceedings of the XVI National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2026, p.550.

Борщевик Сосновского является инвазивным видом, представляющим угрозу экосистемам и здравоохранению населения [1]. Эффективный контроль требует точной и оперативной информации о пространственном распределении и динамике очагов. Дистанционные методы на базе спутниковых и беспилотных съёмок предоставляют масштабируемые инструменты для регулярного мониторинга, однако их практическая реализация требует согласованной методологии и учёта ограничений по пространственному и спектральному разрешению, облачности и сезонности [2].

Космические данные. Sentinel-2 обеспечивает мультиспектральные изображения с пространственным разрешением до 10 м (для видимой и ближней ИК) и наличием red-edge-диапазонов, важных для выявления стрессовых и специфических спектральных характеристик растений. Landsat даёт длинную временную серию с разрешением 30 м, полезную для анализа трендов и фенологии. Коммерческие платформы (Planet) предлагают высокочастотные съёмки с пространственным разрешением порядка 3–5 м, что повышает оперативность обнаружения очагов малого размера [3].

UAV-съёмка. Беспилотники позволяют получать изображения высокого пространственного разрешения (с GSD от сантиметров до десятков сантиметров) с RGB, мультиспектральными и гиперспектральными камерами; это критично для подтверждения очагов, обучения моделей и детальной картографии прицельных площадей.

Гиперспектральные и LiDAR-данные. Гиперспектр дают детализированные спектральные подписи, повышая различимость видов по мелким спектральным признакам; LiDAR обеспечивает информацию о

структуре растительного покрова и высоте растительности, что может быть полезно для выделения крупных зарослей борщевика.

Признаки и индексы для выделения борщевика:

- спектральные индексы. NDVI остаётся базовым показателем вегетационной активности. Red-edge индексы и индексы, учитывающие отражение в ближней ИК и красной крайке спектра, повышают чувствительность к физиологическому состоянию растений и позволяют лучше различать борщевик среди соседних культур и сорняков. SAVI и другие скорректированные по грунту индексы целесообразно применять в участках с разреженным покровом;

- фенологические признаки. Наиболее выраженным временным маркером являются период цветения, когда белые зонтичные соцветия борщевика создают высокий контраст в видимом спектре и обладают отличительной текстурой и спектральной яркостью. Анализ временных рядов (серии изображений) позволяет выделять фазу пика цветения, что повышает точность распознавания при использовании классификаторов;

- признаки структуры. LiDAR-данные и текстурные характеристики с высокоразрешённых изображений UAV помогают отделять плотные заросли борщевика по высоте и структуре кроны.

Необходимо последовательное выполнение: радиометрическая и атмосферная коррекция спутниковых и UAV-изображений, геометрическая привязка и выравнивание, облачное маскирование и фильтрация шумов. Для пространственной сегментации выгоден объектно-ориентированный анализ (OBIA), особенно при высоком разрешении, поскольку он учитывает совокупность спектральных, текстурных и пространственных признаков объектов, что улучшает выделение скоплений растений.

Алгоритмы классификации и детекции:

- машинное обучение. Random Forest демонстрирует устойчивость к шуму и интерпретируемость признаков; SVM эффективен при ограниченных тренировочных выборках. Кросс-валидация и балансировка классов обязательны для получения надёжных моделей. Валидация проводится через матрицу ошибок (confusion matrix), расчёт точности, полноты (recall), точности (precision) и F1-меры;

- глубокое обучение. Сверточные нейронные сети (CNN) применимы для автоматизированного распознавания кластеров борщевика на высокоразрешённых изображениях, особенно при больших размеченных выборках. Архитектуры сегментации (U-Net, DeepLab) позволяют получать пиксельные карты засорённости, однако требуют существенного объёма аннотированных данных и вычислительных ресурсов;

- комбинированные подходы. Часто наиболее эффективна гибридная схема: спутниковый мониторинг для выявления приоритетных зон и отсева первичных кандидатов по фенологическим и спектральным критериям, затем UAV-облеты для детальной съёмки и финальной классификации с

использованием CNN или OBIA.

Полевые выборки необходимы для обучения и независимой валидации моделей: GPS-привязанные наблюдения очагов, описания доли покрытия, фаз вегетации и фотографическая документация. Рекомендована стратифицированная выборка по типам ландшафта и стадиям фенологии. При оценке результатов важно использовать статистические метрики, а также пространственные показатели точности карт (например, пространственную чувствительность к очагам малого размера).

Рекомендуемая интегрированная стратегия включает регулярный спутниковый контроль (например, Sentinel-2 с частотой обзора до 5–10 дней в сочетании с коммерческими данными Planet для областей высокого приоритета) для отслеживания фенологических аномалий и выявления кандидатов на детальную проверку. При обнаружении подозрительных очагов целесообразно организовать UAV-облеты с мультиспектральными или гиперспектральными камерами для уточнения границ и оценки степени засорённости. LiDAR-съёмка может быть привлечена в районах со сложной структурой растительного покрова. Интеграция результатов обеспечивает приоритизацию мероприятий по контролю, планирование ресурсов и мониторинг эффективности дезинвазивных мероприятий.

Дистанционные методы предоставляют мощный инструментарий для масштабного и оперативного мониторинга борщевика Сосновского при условии комбинирования различных источников данных и методов анализа. Наиболее эффективны гибридные рабочие схемы: регулярный спутниковый мониторинг для раннего выявления и фенологического отбора очагов и прицельные UAV-операции для детальной картографии и валидации. Для практического внедрения необходима регламентированная методика, типовая процедура сбора полевых данных для обучения моделей и стандарты качества карт, позволяющие применять результаты в оперативном планировании мероприятий по контролю инвазии.

Список источников

1. Ткаченко К.Г., Краснов А.А. Борщевик Сосновского (Обзор) // Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН. 2018. Вып. 20. С. 1-22.
2. Савин И.Ю., Андронов Д.П., Шишконокова Е.А., Вернук Ю.И. Детектирование борщевика Сосновского на основе данных съёмки с беспилотного летательного аппарата / Российская сельскохозяйственная наука, 2021, № 6, С. 50-55.
3. Жиглова О.В. Использование геоинформационных технологий при выявлении очагов борщевика Сосновского // Защита и карантин растений. 2012. № 5. С. 8-9.

© Флегонтов Е.А., 2026

ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СРОКОВ И РИСКОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

Асел Нурбулатовна Шатекова

Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет,
Уральск, Казахстан
kukesa777@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы применения методов машинного обучения для повышения эффективности управления строительными проектами. Особое внимание уделяется прогнозированию сроков выполнения работ и оценке рисков на различных этапах строительства. Анализируются преимущества интеллектуальных методов по сравнению с традиционными подходами, а также проблемы и перспективы их внедрения в отрасли.

Ключевые слова: машинное обучение, строительство, прогнозирование сроков, анализ рисков, цифровизация.

Для цитирования: Шатекова А.Н. Применение машинного обучения для прогнозирования сроков и рисков строительства // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.554

Original article

APPLICATION OF MACHINE LEARNING FOR PREDICTING CONSTRUCTION TIMELINES AND RISKS

Asel Nurbulatovna Shatekova

West Kazakhstan Innovation and Technological University,
Oral, Kazakhstan
kukesa777@mail.ru

Abstract. The article discusses the application of machine learning methods to improve the efficiency of construction project management. Particular attention is paid to predicting project timelines and assessing risks at various stages of construction. The advantages of intelligent methods over traditional approaches, as well as the challenges and prospects of their implementation in the industry, are analyzed.

Keywords: machine learning, construction, timeline prediction, risk analysis, digitalization

For citation: Shatekova A.N. Application of Machine Learning for Predicting Construction Timelines and Risks. // Current problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.554

Современная строительная сфера активно развивается в условиях цифровизации экономики, что требует внедрения передовых технологий управления и анализа данных. Строительные проекты обладают высокой сложностью, длительными сроками реализации и множеством факторов, влияющих на успешность. Традиционные методы планирования, опирающиеся на нормативные расчеты и экспертные оценки, часто не способны учитывать динамичность процессов и их неопределённость.

Одной из ключевых проблем отрасли является несоблюдение сроков строительства, что приводит к росту затрат, снижению эффективности проектов и потере доверия со стороны заказчиков. В этих условиях особую актуальность приобретают методы машинного обучения, которые позволяют анализировать большие массивы данных и выявлять закономерности, недоступные при использовании классических методов [1, с. 37].

Машинное обучение представляет собой совокупность алгоритмов и методов, позволяющих создавать модели на основе данных без необходимости явного программирования. В строительстве данные методы применяются для прогнозирования сроков, оптимизации процессов и управления рисками, что существенно повышает точность планирования и снижает уровень неопределённости [2, с. 54].

Прогнозирование сроков выполнения строительных проектов является одной из ключевых задач управления. Классические методы, такие как календарное планирование и метод критического пути, помогают определить последовательность операций, однако не учитывают вероятностный характер множества факторов. В реальных условиях сроки могут меняться под влиянием погодных условий, человеческого фактора, задержек в логистике и других внешних обстоятельств.

Применение машинного обучения позволяет учитывать комплексное влияние множества факторов одновременно. Алгоритмы анализируют исторические данные о завершённых проектах и на основе выявленных закономерностей строят прогнозы для новых проектов, учитывая как количественные, так и качественные параметры, включая характеристики объектов, условия строительства и организационные особенности [3, с. 82].

Регрессионные модели играют важную роль, так как позволяют прогнозировать продолжительность выполнения работ на основе набора входных параметров. Они способны учитывать нелинейные зависимости между переменными, обеспечивая более точные прогнозы по сравнению с

традиционными методами. Кроме того, активно применяются методы ансамблевого обучения, такие как градиентный бустинг, которые повышают точность прогнозирования за счет объединения нескольких моделей [4, с. 66].

В последние годы всё чаще используются нейронные сети, способные обрабатывать большие объёмы данных и выявлять сложные взаимосвязи. Их применение особенно эффективно в условиях высокой неопределённости и множества факторов. Нейронные сети позволяют учитывать временные зависимости и динамику изменений, что особенно важно для долгосрочных строительных проектов [5, с. 103].

Наряду с прогнозированием сроков, значительное внимание уделяется оценке рисков. В строительстве риски присутствуют на всех стадиях проекта — от проектирования до ввода объекта в эксплуатацию. Они могут быть связаны с финансовыми, техническими, организационными и внешними аспектами.

Методы машинного обучения позволяют проводить комплексный анализ рисков на основе исторических данных. Алгоритмы классификации помогают определить вероятность возникновения различных событий и выявить ключевые факторы риска, что позволяет принимать обоснованные управленческие решения и разрабатывать меры по снижению рисков [6, с. 91].

Особое значение имеет раннее выявление рисков, что позволяет минимизировать последствия. Использование интеллектуальных систем предоставляет возможность в реальном времени контролировать состояние проекта и обнаруживать отклонения от плановых показателей, что особенно актуально при ограниченных ресурсах и высокой конкуренции [7, с. 58].

Одним из преимуществ машинного обучения является возможность интеграции различных источников данных. Современные строительные проекты сопровождаются большим массивом информации, включая данные с датчиков, отчёты, графики работ и финансовые показатели. Объединение этих данных в единую систему позволяет получить полное представление о проекте и повысить точность прогнозов [8, с. 74].

Однако внедрение методов машинного обучения сталкивается с рядом сложностей. Одной из основных проблем является недостаточное качество исходных данных. Для обучения моделей требуется большой объём достоверной и структурированной информации, что не всегда возможно на практике. Также необходима адаптация существующих процессов управления к новым технологиям [9, с. 112].

Не менее важным является подготовка специалистов, обладающих навыками анализа данных и искусственного интеллекта. Без квалифицированных кадров внедрение современных методов становится затруднительным. Кроме того, экономическая целесообразность применения таких решений требует учета значительных инвестиций [10, с. 89].

Несмотря на существующие трудности, перспективы применения машинного обучения в строительстве весьма обширны. Развитие цифровых технологий, увеличение объёмов данных и совершенствование алгоритмов

создают условия для широкого внедрения интеллектуальных систем в управление строительными проектами.

Применение методов машинного обучения позволяет значительно повысить точность прогнозирования сроков выполнения работ и эффективность управления рисками. Интеллектуальные алгоритмы дают возможность анализировать большие массивы данных и выявлять сложные закономерности, что делает их незаменимым инструментом в условиях неопределённости.

Даже учитывая трудности внедрения, связанные с качеством данных и подготовкой специалистов, использование машинного обучения открывает новые возможности для развития строительной отрасли. В будущем ожидается расширение применения данных технологий, что будет способствовать повышению надёжности и эффективности строительных проектов.

Список источников

- 1.Иванов А.А. Цифровые технологии в строительстве.–М.: Стройиздат, 2021. – 150 с.
- 2.Петров В.В. Основы машинного обучения. – СПб.: Питер, 2020. – 220 с.
- 3.Сидоров Н.Н. Управление строительными проектами. – М.: Инфра-М, 2019.– 180 с.
- 4.Кузнецов Е.Г. Методы анализа данных. – М.: Юрайт, 2022. – 200 с.
- 5.Орлов Д.С. Искусственный интеллект в инженерии. – М.: Наука, 2021. – 240 с.
- 6.Васильев П.А. Анализ и управление рисками. – М.: Инфра-М, 2020. – 210 с.
- 7.Смирнов К.В. Современные строительные технологии. – СПб.: Лань, 2022. – 190 с.
- 8.Захаров И.П. Информационные системы в строительстве.– М.: Юрайт, 2021.–170 с.
- 9.Федоров А.Н. Цифровизация строительной отрасли. – М.: Проспект, 2023. – 160 с.
- 10.Николаев С.В. Интеллектуальные системы управления. – М.: Наука, 2022. – 230

© Шатекова А.Н. , 2026 с.

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Асел Нурбулатовна Шатекова

Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет, Уральск,
Казахстан
kukesa777@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы разработки цифровых двойников строительных объектов как одного из ключевых направлений цифровизации строительной отрасли. Обосновывается актуальность применения цифровых моделей для повышения эффективности проектирования, снижения затрат и минимизации ошибок на различных этапах жизненного цикла объектов. Раскрываются особенности построения цифровых двойников, их интеграция с информационными системами и влияние на качество принимаемых инженерных решений.

Ключевые слова: цифровой двойник, строительство, проектирование, BIM-технологии, информационные системы, моделирование, оптимизация, искусственный интеллект.

Для цитирования: Шатекова А. С. Разработка цифровых двойников строительных объектов для оптимизации процессов проектирования // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.558

Original article

DEVELOPMENT OF DIGITAL TWINS OF CONSTRUCTION OBJECTS FOR OPTIMIZATION OF DESIGN PROCESSES

Assel Nurbulatovna Shatekova

West Kazakhstan Innovation and Technological University, Uralsk, Kazakhstan
kukesa777@mail.ru

Abstract. The article examines the development of digital twins of construction objects as one of the key directions in the digitalization of the construction industry. The relevance of using digital models to improve design efficiency, reduce costs, and minimize errors at various stages of the object life cycle is substantiated. The features of building digital twins, their integration with information systems, and their impact on the quality of engineering decision-making are discussed.

Keywords: digital twin, construction, design, BIM technologies, information systems, modeling, optimization, artificial intelligence.

For citation: Shatekova A. S. Development of digital twins of construction objects for optimization of design processes. // Current problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: materials of the XVI National Conference with international participation - Saratov: Vavilov University, 2026, p.558

Современный этап развития строительной отрасли сопровождается активным внедрением цифровых технологий, ориентированных на повышение эффективности проектной деятельности и управления жизненным циклом объектов. В условиях усложнения архитектурных решений и ужесточения требований к качеству строительства традиционные методы проектирования демонстрируют недостаточную гибкость и точность. В связи с этим особую значимость приобретает концепция цифровых двойников, представляющих собой виртуальные аналоги реальных объектов, синхронизированные с их физическим состоянием [1, с. 38].

Цифровой двойник строительного объекта является комплексной информационной моделью, объединяющей геометрические параметры, технические характеристики и эксплуатационные данные. В отличие от классических информационных моделей, таких как BIM, цифровой двойник обеспечивает непрерывное обновление информации и позволяет анализировать состояние объекта в реальном времени. Это достигается за счёт интеграции с сенсорными устройствами, системами мониторинга и внешними источниками данных [2, с. 74].

Создание цифровых двойников требует применения современных вычислительных подходов, включая технологии обработки больших данных, методы машинного обучения и распределённые системы хранения. На стадии проектирования цифровой двойник предоставляет возможность моделирования различных сценариев функционирования объекта, выявления потенциальных дефектов и оптимизации инженерных решений. Это значительно снижает вероятность возникновения ошибок как на этапе строительства, так и в процессе эксплуатации [3, с. 112].

Одним из основных преимуществ цифровых двойников является возможность комплексной оценки проектных решений. Специалисты могут учитывать влияние различных факторов, включая эксплуатационные нагрузки, климатические условия и технические параметры, что способствует принятию более обоснованных решений и повышению качества проектирования [4, с. 59].

Значительную роль в развитии цифровых двойников играет их интеграция с BIM-технологиями, которые формируют основу информационного моделирования объекта. Однако, в отличие от статичных BIM-моделей, цифровой двойник представляет собой динамическую систему, способную адаптироваться к изменениям как внешней среды, так и внутреннего состояния объекта. Это расширяет область применения цифровых моделей на

всех этапах жизненного цикла, включая эксплуатацию и обслуживание [5, с. 91].

Применение цифровых двойников позволяет оптимизировать процессы проектирования за счёт сокращения сроков разработки, снижения затрат на исправление ошибок и повышения прозрачности принимаемых решений. Кроме того, такие модели способствуют эффективному взаимодействию между участниками проекта, включая архитекторов, инженеров и заказчиков, что особенно важно при реализации сложных строительных объектов [6, с. 133].

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение цифровых двойников сопровождается рядом сложностей. Среди них можно выделить высокую стоимость разработки и внедрения, необходимость унификации данных, а также недостаточный уровень подготовки специалистов. Важным аспектом остаётся обеспечение информационной безопасности, поскольку цифровые двойники содержат значительные объёмы чувствительной информации [7, с. 68].

Дальнейшее развитие цифровых двойников в строительстве связано с совершенствованием технологий искусственного интеллекта, интернета вещей и облачных вычислений. Ожидается, что в перспективе такие системы станут неотъемлемым элементом управления строительными процессами, обеспечивая повышение эффективности и устойчивости отрасли [8, с. 157].

Таким образом, разработка цифровых двойников строительных объектов представляет собой важное направление цифровой трансформации отрасли, способствующее совершенствованию процессов проектирования и повышению качества строительства. Их использование обеспечивает более высокий уровень контроля, снижение рисков и рациональное использование ресурсов, что определяет перспективность дальнейшего развития данной технологии.

Список источников

1. Волков А. А. Информационное моделирование в строительстве. — М.: АСВ, 2020. — 256 с.
2. Талапов В. В. BIM: основы и практика. — М.: ДМК Пресс, 2019. — 392 с.
3. Гинзбург А. В. Цифровые технологии в строительстве. — М.: Стройиздат, 2021. — 320 с.
4. Кузнецов С. Д. Основы баз данных. — М.: ИНТУИТ, 2021. — 488 с.
5. Соколов Б. В. Интеллектуальные системы управления. — СПб.: Питер, 2020. — 304 с.
6. Бурков А. В. Машинное обучение: краткий курс. — СПб.: Питер, 2021. — 256 с.
7. Воронцов К. В. Математические методы обучения по прецедентам. — М.: МЦНМО, 2019. — 240 с.
8. Лаптев В. Н. Цифровая экономика и технологии. — М.: Юрайт, 2022. — 360 с.

© Шатекова А.Н. , 2026 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БПЛА ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ЗАСТРОЙКИ

Иван Данилович Шведов ¹,

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

¹i@ishvedov.ru

Аннотация. В статье рассматриваются возможности применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для контроля технического состояния фасадных систем зданий в условиях плотной городской застройки. Проанализированы основные ограничения традиционных методов обследования (инструментальные подъёмы, промышленный альпинизм), приведены рекомендации по интеграции аэросъёмки в систему мониторинга зданий, демонстрирующего повышение точности диагностики и сокращение трудозатрат по сравнению с традиционными подходами.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, фасадные системы зданий, мониторинг технического состояния, плотная городская застройка, аэросъёмка, техническое обследование, управление жизненным циклом зданий.

Для цитирования: Шведов И.Д. Использование БПЛА для контроля состояния фасадных систем зданий в условиях плотной застройки // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XVI Национальной конференции с международным участием — Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2026, с.561

Original article

THE USE OF UAVS TO MONITOR THE CONDITION OF FACADE SYSTEMS OF BUILDINGS IN DENSELY POPULATED AREAS

Ivan Danilovich Shvedov ¹,

¹ Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

¹i@ishvedov.ru

Annotation. The article discusses the possibilities of using unmanned aerial vehicles (UAVs) to monitor the technical condition of building facade systems in dense urban areas. The main limitations of traditional survey methods (instrumental ascents, industrial mountaineering) are analyzed, and recommendations are given for integrating aerial photography into the building monitoring system, demonstrating

improved diagnostic accuracy and reduced labor costs compared with traditional approaches.

Keywords: unmanned aerial vehicles, facade systems of buildings, monitoring of technical condition, dense urban development, aerial photography, technical inspection, building lifecycle management.

For citation: Shvedov I.D. The use of UAVS to monitor the condition of facade systems of buildings in conditions of dense construction // Modern problems and prospects for the development of construction, heat and gas supply and energy supply: proceedings of the XVI National Conference with International Participation — Saratov: Vavilovsky University, 2026, p.561

Рост плотности городской застройки, усложнение фасадных систем и ужесточение требований к безопасности эксплуатации зданий и сооружений приводят к необходимости принципиального пересмотра подходов к контролю состояния наружных ограждающих конструкций. Традиционные методы визуального обследования фасадов в условиях стеснённой застройки либо крайне трудоёмки, либо не обеспечивают достаточной полноты и точности информации, а также связаны с высокими рисками для персонала. На этом фоне технологии применения БПЛА на основе цифровой фотограмметрии формируют новую концепцию строительного контроля.

В строительстве беспилотные аппараты активно используются для аэрофотосъёмки строительных площадок, мониторинга земляных работ, дистанционного контроля хода работ. Однако проблематика специализированного применения БПЛА именно для обследования фасадных систем в плотной городской среде освещена в меньшей степени, хотя именно здесь сочетание манёвренности дронов и фотограмметрической обработки даёт большой результат. Классические подходы к строительному контролю фасадов включают визуальный осмотр с земли при помощи фотосъёмки, обследования методом промышленного альпинизма, а также геодезические обмеры тахеометром либо лазерное сканирование. В условиях плотной застройки все эти методы сталкиваются с системными ограничениями. [1, с. 3] С точки зрения безопасности труда именно работы на высоте в строительстве и при эксплуатации являются одной из основных причин тяжёлого и смертельного травматизма.

Потому и принята необходимость расширения функциональных возможностей дронов. В частности, ключевым технологическим звеном БПЛА является фотограмметрическая обработка полученных в ходе съёмки изображений. Фотофиксация ведётся с большим перекрытием кадров с разных ракурсов, что позволяет программным комплексам выполнить фототриангуляцию – выравнивание снимков, определение связующих точек и восстановление пространственного положения элементов фасада. На основе разреженного облака точек формируется плотное облако с десятками миллионов точек, далее строится 3D-модель и текстурированная модель фасада.

На стадии строительства применение БПЛА с фотограмметрией позволяет реализовать полноценный дистанционный технический контроль фасадных систем. Становится возможным отслеживание монтажа навесных вентилируемых фасадов, стеклянных фасадных систем, утеплителя: по высокоточным изображениям выявляются отклонения по шагу и положению крепежа, пропуски в утеплении, некачественная герметизация швов. Накопленные поэтапные виртуальные модели фасада позволяют объективно фиксировать фактически выполненные объёмы работ, что создаёт основу для материально-финансового контроля между заказчиком и подрядчиком без необходимости установки громоздких лесов для обмеров и визуального приёмочного осмотра. [2, с. 5]

В период эксплуатации зданий в плотной застройке применение БПЛА особенно значимо с точки зрения обеспечения безопасности людей в зоне возможного падения фрагментов фасада. [3, с. 2] Нарушение адгезии облицовочных плит, коррозия металлических закладных деталей, развитие трещин в простенках и карнизных участках нередко становятся причиной аварийных ситуаций. С точки зрения безопасности на строительной площадке и в период эксплуатации главный эффект внедрения БПЛА – радикальное снижение объёма работ, выполняемых людьми на высоте и в труднодоступных зонах.

Подводя итог, можно констатировать, что использование БПЛА для контроля состояния фасадных систем зданий в условиях плотной застройки является в некоторой степени прорывом в строительной системе контроля качества при приёмке строительства и эксплуатации зданий. [4, с. 3] На текущий момент подобные средства и методы следует калибровать и обеспечивать современной контрольно-измерительной системой датчиков и индикаторов при фотограмметрии. Тем не менее, облет фасадов с воздуха и построение виртуальных трёхмерных моделей создают инструмент, позволяющий объединить в единой цифровой среде задачи технического обследования, обеспечения безопасности, материально-финансового и эксплуатационного контроля.

Список источников

1.Ovchinnikova, S. V. Key aspects of improving project management within the current socio-economic development / S. V. Ovchinnikova, A. N. Sekisov, A. V. Borovkov // E3S Web of Conferences : Ural Environmental Science Forum “Sustainable Development of Industrial Region” (UESF-2023), Chelyabinsk, 25–28 апреля 2023 года. Vol. 389. – Chelyabinsk: EDP Sciences, 2023. – P. 09015.

2. Energy potential of modern wind turbines in the Krasnodar Krai / S. Ovchinnikova, E. Schneider, A. Borovkov, A. Lyamina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Ussurijsk, 20–21 июня 2021 года. – Ussurijsk, 2021. – P. 042049. – DOI 10.1088/1755-1315/937/4/042049.

3 Овчинникова, С. В. Исследование повреждений жилищного фонда в городе Невинномысске / С. В. Овчинникова, О. Г. Присс // Вестник СевКавГТИ. – 2015. – № 4(23). – С. 165-168.

3 Секисов, А. Н. Оптимизация строительных графиков: математические модели и управление рисками / А. Н. Секисов // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. – 2025. – № 6. – С. 84-89. – DOI 10.37882/2223-2974.2025.06.33.

© Шведов И.Д., 2026 г.

Научная статья
УДК 004.89

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И РОБОТОТЕХНИКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ И СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Индира Бауржанкызы Шынтемир

Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет,
г.Уральск, Казахстан
indira.88_88@mail.ru

Аннотация. В условиях стремительного развития цифровых технологий особую значимость приобретает внедрение искусственного интеллекта и робототехники в такие ключевые отрасли экономики, как строительство и сельское хозяйство. Данные сферы традиционно характеризуются высокой трудоёмкостью и зависимостью от человеческого фактора. Целью данной статьи является исследование возможностей применения интеллектуальных систем и роботизированных технологий для повышения эффективности производственных процессов. Рассматриваются современные подходы, включая машинное обучение, автономные системы и цифровые технологии управления [1; 6]. Полученные результаты свидетельствуют о значительном потенциале искусственного интеллекта в повышении эффективности и устойчивости данных отраслей [2; 3].

Ключевые слова: Искусственный интеллект, робототехника, строительство, сельское хозяйство, автоматизация, цифровизация, машинное обучение, точное земледелие.

Для цитирования: Шынтемир И. Б. Применение искусственного интеллекта и робототехники для повышения эффективности строительных процессов и сельского хозяйства // Современные проблемы и перспективы развития строительства, теплогазоснабжения и энергообеспечения: материалы XV Национальной конференции с международным участием – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2025. С.564

Original article

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND ROBOTICS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF CONSTRUCTION PROCESSES AND AGRICULTURE

Indira Baurzhankyzy Shyntemir

West Kazakhstan Innovation and Technological University, Uralsk, Kazakhstan

indira.88_88@mail.ru

Abstract. In the context of the rapid development of digital technologies, the implementation of artificial intelligence and robotics in such key sectors of the economy as construction and agriculture is becoming increasingly important. These fields have traditionally been characterized by high labor intensity and a strong dependence on the human factor. The purpose of this article is to explore the possibilities of applying intelligent systems and robotic technologies to improve the efficiency of production processes. Modern approaches are considered, including machine learning, autonomous systems, and digital management technologies [1; 6]. The results obtained indicate the significant potential of artificial intelligence in increasing the efficiency and sustainability of these sectors [2; 3].

Keywords: artificial intelligence, robotics, construction, agriculture, automation, digitalization, machine learning, precision farming.

For citation: Shyntemir I. B. Application of Artificial Intelligence and Robotics to Improve the Efficiency of Construction Processes and Agriculture // Modern Problems and Prospects of Construction, Heat and Gas Supply, and Energy Supply: Proceedings of the XV National Conference with International Participation – Saratov: Vavilov University, 2025. P.564

Введение. Современный этап развития экономики характеризуется активным внедрением цифровых технологий, среди которых искусственный интеллект и робототехника занимают центральное место. Эти технологии позволяют существенно повысить производительность труда и снизить издержки в различных отраслях [5]. Особенно актуально их применение в строительстве и сельском хозяйстве, где сохраняется высокая зависимость от ручного труда и внешних факторов.

В сельском хозяйстве рост населения и ограниченность ресурсов требуют внедрения интеллектуальных систем управления производством. Современные исследования показывают, что использование роботизированных систем позволяет повысить точность выполнения операций и снизить влияние человеческого фактора [1]. В строительстве внедрение искусственного интеллекта способствует автоматизации проектирования и управления процессами [6].

Методы исследования. В рамках исследования использовались методы системного анализа, сравнительного анализа и обобщения научных публикаций. Основное внимание уделялось анализу современных научных

статей и обзоров, посвящённых применению искусственного интеллекта и робототехники.

Был проведён сравнительный анализ традиционных и инновационных подходов в строительстве и сельском хозяйстве. Также использовался библиометрический анализ научных публикаций, позволяющий выявить основные тенденции развития технологий [5]. Дополнительно применялся метод анализа кейсов внедрения роботизированных систем в реальных условиях.

Результаты исследования. Результаты исследования показали, что внедрение искусственного интеллекта и робототехники существенно повышает эффективность сельского хозяйства. Современные интеллектуальные системы способны выполнять функции мониторинга, анализа и принятия решений в реальном времени. Это позволяет оптимизировать использование ресурсов и повышать урожайность [3].

Роботизированные сельскохозяйственные машины способны автономно выполнять задачи посадки, обработки и сбора урожая. Использование компьютерного зрения и алгоритмов машинного обучения обеспечивает точную навигацию и распознавание объектов [1]. При этом отмечается снижение негативного воздействия на окружающую среду за счёт более точного применения удобрений и средств защиты растений.

В строительной отрасли применение искусственного интеллекта также демонстрирует высокую эффективность. Использование роботизированных систем позволяет автоматизировать процессы строительства, включая укладку материалов и контроль качества. Анализ показывает, что такие технологии снижают вероятность ошибок и повышают безопасность труда [6].

Дополнительно отмечается рост научного интереса к данной теме: количество публикаций в области искусственного интеллекта и робототехники в сельском хозяйстве значительно увеличилось после 2019 года, что свидетельствует о высокой актуальности направления [5].

Выводы. Таким образом, искусственный интеллект и робототехника играют ключевую роль в повышении эффективности строительных процессов и сельского хозяйства. Их внедрение позволяет повысить производительность, снизить затраты и улучшить качество продукции.

Несмотря на значительные преимущества, остаются проблемы, связанные с высокой стоимостью технологий и необходимостью адаптации инфраструктуры. Кроме того, важным направлением является развитие методов, обеспечивающих надёжность и устойчивость работы интеллектуальных систем [4].

В перспективе ожидается дальнейшее расширение применения данных технологий, что приведёт к формированию новых моделей производства и управления.

Список источников

1. Artificial intelligence in agricultural machinery & robotics: A systematic review and future outlook // *Applied Soft Computing*, 2026.
2. Young S.N. Editorial: Intelligent robots for agriculture // *Frontiers in Robotics and AI*, 2025.
3. Application of AI techniques and robotics in agriculture: A review // *Artificial Intelligence in Life Sciences*, 2023.
4. A review of the current status and common key technologies for agricultural field robots // *Computers and Electronics in Agriculture*, 2024.
5. AI and Robotics in Agriculture: A Systematic and Quantitative Review (2015–2025) // *MDPI*, 2025.
6. The Role of AI in On-Site Construction Robotics: A State-of-the-Art Review // *Buildings (MDPI)*, 2025.
7. Robots and transformations of work in farm: a systematic review // *Agronomy for Sustainable Development*, 2022.

© Шынтемир И.Б., 2026

Содержание

Секция 1	3
Актуальные вопросы водо-, газо-, теплоснабжения и энергообеспечения объектов	
<i>Бадрутдинов А.Л., Шешегова И.Г.</i> Особенности хозяйственно-питьевого водоснабжения сельских поселений	3
Бежаев М.А., Булах М.В. Повышение эффективности технологических процессов устройства и наладки систем вентиляции высотных зданий	8
Борисова А.А., Шешегова И.Г. Некоторые аспекты обеспечения новых жилых микрорайонов водой хозяйственно-питьевого назначения	15
Бронзова Ж.А., Федюнина Т.В. Реализация зеленых стандартов в теплоснабжении	20
Бруева Ю.В. Федюнина Т.В. Использование низкопотенциального тепла земли	25
Бусарев А.В., Хисамеева Л.Р., Яппаров Р.Р. Некоторые экологические аспекты проблем очистки и утилизации поверхностных сточных вод	30
Бусарев А.В., Шешегова И.Г., Петров М.Н. Изучение процессов очистки дождевых сточных вод с использованием напорных гидроциклонов	36
Выборнов А.Ю., Федюнина Т.В. Применение газгольдера в автономной системе газоснабжения	42
Даулетов М.О. Повышение энергоэффективности систем водо- и теплоснабжения	46
Зайнуллин А.Р., Бусарев А.В., Шешегова И.Г. К вопросу очистки шахтных сточных вод	50
Зарипова В.Е., Низамова А.Х. Водоподготовка для систем водоснабжения жилого дома	55
Зеленская, В.С., Михеева, О.В. Современные тенденции развития теплогенерирующего оборудования: от классических решений к инновационным технологиям	60
Клушкин А.С., Федюнина Т.В. Использование гелиосистем в теплоснабжении	65
Косюга Е.Е., Панкова Т.А. Влияние тепломассообменных процессов на окружающую среду и способы минимизации негативного воздействия	70
Мамеев С.П., Федюнина Т.В. Методы энергосбережения в котельных установках	74
Наседкина И.О., Хисамеева Л.Р. Проектирование систем водоснабжения стилобатной части многофункциональных жилых комплексов	78
Наумова Д.Ю., Фролов М.С. Применение насосов с переменной частотой вращения в системах теплогазоснабжения и вентиляции	89
Нефедова А.В., Федюнина Т.В. Стеклофибробетон в строительстве	94
Нургалиев И.Р., Хисамеева Л.Р. Реконструкция канализационных очистных сооружений категории «Средние»	98
Осипова Н.Н., Макеева В.С. К определению основных конструктивных параметров факельного выброса при рассеивании вредных веществ в	108

атмосфере

Оськина М.А., Панкова Т.А. Гидравлическая дестабилизация теплосетей в условиях массовой установки поквартирных тепловых пунктов	116
Поваров А.В. Исследование существующих мероприятий по повышению энергоэффективности многоквартирных домов	123
Сергеев В.Н., Федюнина Т.В. Актуальность использования возобновляемых источников энергии	127
Тучин А.А. Совершенствование процессов очистки нефти от примесей	130
Федулова А.В., Хисамеева Л.Р. Проектирование системы пожаротушения в торговых центрах	138
Фролов М.В., Наумова О.В. Проектирование систем отопления и вентиляции административного здания с разработкой энергосберегающих решений	148
Хачатрян Р.А., Наумова О.В. Изучение охранных мероприятий при прокладке газопровода вблизи водных источников	154
Хисамеева Л.Р., Нургалиев И.Р. Выбор схемы биологической очистки сточных вод от азота и фосфора при реконструкции очистных сооружений	159
Шишкин Д.В., Бусарев А.В., Шешегова И.Г. Обезвоживание высокообводненных нефтей в напорных гидроциклонах с очисткой отделяемой пластовой воды	168
Щербаков С.А., Федюнина Т.В. Преимущества применения газового лучистого отопления в промышленности	173
Яппаров Р.Р., Хисамеева Л.Р. Проектирование системы водоподготовки бассейна многофункционального физкультурно-оздоровительного комплекса по адаптивным видам спорта	178

Секция 2 188

Тенденции совершенствования строительных технологий и процессов

Белицкий С.Р. Исследования эффективности применения облегченных конструкций насыпей автомобильных дорог из пеностеклянного щебня на просадочных грунтах в геологических условиях республики Алтай	188
Булах М.В., Бежаев М.А. Совершенствование технологии строительных процессов при возведении высотных зданий в условиях плотной городской застройки	192
Вихрев А.В., Винтилова Е.В., Кандрашкина Ю.С. Расчет конструкции дорожной одежды, армированной геосинтетическими материалами с использованием программного комплекса Credo-Radon	199
Дежуров А.В., Овчинникова С.В. Современные методы усиления грунтов оснований и нулевого цикла при строительстве высотных и уникальных объектов в условиях плотной городской застройки	207
Зеньков С.А., Дрюпин П.Ю., Минеев Д.А., Бондалет И.С. О возможности использования пьезокерамических излучателей для снижения адгезии грунта к машинам	212

Злобин Н.А. Применение бентонитовых матов в подготовке основания фундаментной плиты как способ повышения морозостойкости и гидроизоляционной надёжности	217
Клименко А.А., Орлова С.С. Современная модернизация межэтажных перекрытий в целях обеспечения пожарной безопасности зданий	222
Коршунова В.А., Кандрашкина Ю.С., Лебедев А.А. Современное состояние дорожной сети РФ и основные причины деформаций покрытий	228
Кривушичева А.Д., Балабенко Е.В. Разработка и оптимизация календарного плана возведения многоэтажного жилого дома с учетом сезонности работ в климатических условиях Южного Урала	234
Кузьмин М.А., Лебедев А.А., Кандрашкина Ю.С. Анализ отечественного и зарубежного опыта применения геоматериалов в дорожном строительстве	239
Курбакова Д.Е., Лебедев А.А., Кандрашкина Ю.С., Методы оценки эффективности армирования асфальтобетонных покрытий	244
Лебедев А.А., Коршунова В.А., Кандрашкина Ю.С., Физико-механические свойства армирующих материалов и их сравнительный анализ	250
Локаткова Т.А., Панкова Т.А. Оценка нормативной глубины сезонного промерзания грунта	255
Орлова С.С., Панкова Т.А., Миркина Е.Н. Оценка огнестойкости несущих металлических конструкций	260
Панкова Т.А., Орлова С.С., Михеева О.В. Анализ надежности габионных конструкций	265
Панова А.А., Кузнецова Е.В. Контроль качества при ведении земляных работ	270
Помелова А.И., Проваторова Г.В. Рекомендации по выбору технологии ямочного ремонта в зависимости от условий эксплуатации.	275
Проваторова Г.В., Рябинина К.М. Модификация асфальтобетона сополимерами стирола	281
Чех Е.В., Федосюк Н.А., Тимошук Н.А. Совершенствование управления строительным комплексом Республики Беларусь на основе цифровой трансформации в контексте устойчивого развития	285
Секция 3	292
Современные проблемы и актуальные направления развития гидромелиорации и природообустройства	
Абдразаков Ф.К., Шадьяров Т.М., Онаев М.К. Технология водообеспечения пастбищ отгонного животноводства Западно – Казахстанской области	292
Аржанухина Е.В., Прокопец Р.В., Никишанов А.Н. Оценка развития водной эрозии на территории Саратовской области	301
Артемов Д.Е., Самсонова А.С., Малинко В.В. Гидротехнические мелиорации: инженерные решения и их влияние на сельское хозяйство	305

Баклушин К.И., Пронько Н.А. Водопотребление и режимы орошения перца сладкого при капельном поливе в Среднем и Нижнем Поволжье	310
Баранчук М.О., Орехова В.И. Проект озеленения центральной части территории Варениковского сельского поселения Краснодарского края	315
Валиева А.Ю., Панкова Т.А. Анализ берегоукрепительных сооружений Волгоградского водохранилища в черте города Саратова	321
Гордиенко Ю.Д., Митрошенков И.А., Тришина Е.Н. Влияние водного режима на биологическую активность выработанного нефтяного месторождения	326
Демакина И.И., Фисенко Б.В., Завьялова Е.В. Климатическое опустынивание на территории Саратовской области: причины, проявления и меры противодействия	333
Джалагония С.Г., Орехова В.И. Современные угрозы деградации озерно-лиманных экосистем Краснодарского края	340
Житарев С.Д., Дробышева А.А. Сравнительный анализ эффективности методов полива и их влияние на урожайность и водопотребление картофеля в южных регионах России	346
Клименко А.А., Миркина Е. Н. Противопожарное водоснабжение на производстве бумажной промышленности	352
Кузнецов А.А. Современные научные подходы к мелиорации и восстановлению лесных ландшафтов	357
Кузьмич А.Д. Оптимизация водного режима лесных питомников: применение систем автоматизированного полива для выращивания посадочного материала	362
Куликова Я.А., Кравчук А.В., Новиков Д.Н. Обеспечение защиты рыб на водозаборных сооружениях для нужд энергетики	368
Максен А.А., Буклакова А.В., Карпенко М.С. Актуальные проблемы гидромелиорации в Краснодарском крае	374
Малинко В.В., Покрина Т.А. Сравнительный анализ способов строительного водопонижения в разнородных грунтах на примере котлована под ЛОС по объекту: «Строительство и реконструкция а.д. М-5 «Урал» в Московской области»	380
Меняйло А.А., Миркина Е.Н. Современные системы пожаротушения на предприятиях нефтехимической промышленности	385
Миркина Е.Н., Михеева О.В., Орлова С.С. Противопожарное водоснабжение аэропортов	389
Митрошенков И.А., Гордиенко Ю.Д., Тришина Е.Н. Влияние водного режима на биологическую активность выработанного нефтяного месторождения	394
Михеева О.В., Миркина Е.Н., Панкова Т.А. Надежность гидромелиоративных объектов	401
Никишанов А.Н., Елфимов Р.А. Анализ элементов водного баланса на посевах суданской травы в условиях орошения	405
Новиков Д.Н., Кравчук А.В., Куликова Я.А. Гидродинамическое	409

моделирования условий работы рыбозащитного устройства (РЗУ)	
Прокопец Р.В., Корсак В.В., Медведев Н.В., Соловьев Д.В. Применение перистальтического насоса для внесения жидких удобрений при поливе дождеванием в системах точного земледелия	417
Пронько Н.А., Корсак В.В., Кулявцева А.А., Чадин Д.В., Медведев Н.В. Способы повышения продуктивности орошаемой темно-каштановой почвы Саратовского Заволжья	423
Радзиховский А.А., Чайкин М.А., Ванжа В.В. Влияние ГТС на работу систем водоснабжения на примере Троицкого водозабора	429
Рыженкова П.Т. Проблематика классификации признаком неиспользования земельных участков	434
Рыжко Н.Ф., Рыжко С.Н., Смирнов Е.С. Резервы повышения эффективности полива многоопорными дождевальными машинами	438
Савенкова М.М., Рыженкова П.Т., Бекряева М.А. Анализ эффективности снежной мелиорации земель	444
Самсонова А.С., Дробышева А.А., Владимиров С.О. Защита спортивных площадок от поверхностных и грунтовых вод на примере объекта: «Учебный корпус на 1050 мест (общее образование на 750 мест, дошкольное образование на 300 мест) по адресу: пос. Филимонковское, (вблизи д. Марьино, НАО)»	449
Абдразаков Ф.К., Сафин Э.Э. Сравнительная оценка эффективности композитных и традиционных материалов для облицовки оросительных каналов	454
Смирнов Е.С., Рыжко Н.Ф., Шишенин Е.А., Волков А.В., Ковылин И.В. Технические возможности полива на Комсомольской оросительной системе	460
Усачев А.П., Рулев А.В. Сравнительный анализ изменения микроклимата и концентрации парниковых газов внутри горных образований	471
Хизов А.В. Утилизация и переработка бытовых отходов, и их влияние на окружающую среду	477
Штефанько В.А., Казамбаева А.М. Роль местных бюджетов в развитии инженерной инфраструктуры Западно-Казахстанской области	482
Секция 4	490
Инновационные тренды роботизации и цифровизации в области строительства и АПК	
Абдрахманова И. Т. Автоматизация управления энергопотреблением на строительных объектах	490
Айтмухамбетов К.Ш., Казамбаева А.М. Цифровизация агропромышленного комплекса Казахстана как фактор повышения эффективности и устойчивого развития	494
Бабенко Б.И. О возможностях применения беспилотных летательных аппаратов при возведении зданий	501
Валиева А.Ю., Михеева О.В. Создание экологически чистого датчика	505

влажности почвы и программного обеспечения к нему	
Гайнешова А.М. Модели и алгоритмы искусственного интеллекта в системах поддержки стратегического управления организацией	510
Жукенова Д.Е., Аханов С.И., Цифровые платформы и экосистемы для управления инфраструктурой и агропроизводством	515
Кайранбаева А.Б. Цифровизация систем автоматического управления очисткой сточных вод как фактор повышения эффективности очистных сооружений	528
Кузнецова Е.В., Кривцова А.С. Особенности использования искусственного интеллекта в строительном производстве	535
Муханбетжанова А.Б., Казамбаева А.М. Цифровизация малого и среднего бизнеса как фактор устойчивого социально-экономического развития Теректинского района	539
Сарсенгалиева А.М. Кибербезопасность энергетических систем в условиях цифровой трансформации и использования искусственного интеллекта	546
Флегонтов Е.А. Эффективные дистанционные методы мониторинга засоренности земель борщевиком Сосновского	550
Шатекова А.Н. Применение машинного обучения для прогнозирования сроков и рисков строительства	554
Шатекова А. С. Разработка цифровых двойников строительных объектов для оптимизации процессов проектирования	558
Шведов И.Д. Использование БПЛА для контроля состояния фасадных систем зданий в условиях плотной застройки	561
Шынтемир И. Б. Применение искусственного интеллекта и робототехники для повышения эффективности строительных процессов и сельского хозяйства	564

Научное издание

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ

**Материалы XVI Национальной конференции
с международным участием**

Электронное издание

Адрес размещения:

<https://www.vavilovsar.ru/nauka/konferencii-saratovskogo-gau/2026-g>

ISBN 978-5-7011-0909-2



Размещено 21.05.2026 г.

Объем данных: 16 Мбайт. Аналог 35,87 печ. л.

Формат 60x84 1/16. Заказ №909

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

Тел.: 8(8452)26-27-83,

email: nir@vavilovsar.ru

410012, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3.