

**ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО
ИНФРАСТРУКТУРА
КОММУНИКАЦИИ**

Выпуск № 1(38) 2025

**ПО ВОПРОСАМ РАЗМЕЩЕНИЯ СТАТЬИ
ОБРАЩАТЬСЯ
В РЕДАКЦИЮ НАУЧНОГО ЖУРНАЛА**

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

394006 Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84;

тел.: +7(473)2-71-53-21;

e-mail: gik_vgasu@mail.ru.

Ознакомиться с *электронной версией журнала* можно на сайте:

[http:// journal-gik.wmsite.ru](http://journal-gik.wmsite.ru)



Ознакомиться с *полнотекстовой версией журнала* можно на сайте
Российской универсальной научной электронной библиотеки:

<http://www.elibrary.ru>



ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО ИНФРАСТРУКТУРА КОММУНИКАЦИИ

Выпуск № 1(38)

Март, 2025

- ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ
- ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ
- АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
- ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ
- ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ
- ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ, МЕТРОПОЛИТЕНОВ, АЭРОДРОМОВ, МОСТОВ И ТРАНСПОРТНЫХ ТОННЕЛЕЙ
- ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
- СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ
- ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ
- ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА
- СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ
- СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ, БАЗ И ХРАНИЛИЩ
- ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ
- ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ (В СТРОИТЕЛЬСТВЕ)

Воронеж



Издается с 2015 года

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО ИНФРАСТРУКТУРА КОММУНИКАЦИИ

Научный журнал

Выходит 1 раз в квартал

Учредитель и издатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет». Территория распространения - Российская Федерация.

Статьи рецензируются, проверяются в программе «Антиплагиат» и регистрируются в **Российском индексе научного цитирования**. Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор: **Колосов А. И.**, канд. техн. наук, доц.,
Воронежский государственный технический университет

**Заместители
главного редактора:** **Скляров К. А.**, канд. техн. наук, доц.,
Воронежский государственный технический университет
Тульская С. Г., канд. техн. наук, доц.,
Воронежский государственный технический университет

Бондарев Б.А., д-р техн. наук, проф., Липецкий государственный технический университет

Енин А.Е., канд. архитектуры, доц., Воронежский государственный технический университет

Осипова Н.Н., д-р техн. наук, доц., Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.

Зубков А.Ф., д-р техн. наук, проф., Тамбовский государственный технический университет

Калгин Ю.И., д-р техн. наук, проф., Воронежский государственный технический университет

Капустин П.В., канд. архитектуры, доц., Воронежский государственный технический университет

Козлов В.А., д-р физ.-мат. наук, доц., Воронежский государственный технический университет

Куцыгина О.А., д-р техн. наук, доц., Воронежский государственный технический университет

Кушев Л.А., д-р техн. наук, проф., Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Леденев В.И., д-р техн. наук, проф., Тамбовский государственный технический университет

Лобода А.В., д-р физ.-мат. наук, доц., Воронежский государственный технический университет

Подольский Вл.П., д-р техн. наук, проф., Воронежский государственный технический университет

Самодурова Т.В., д-р техн. наук, проф., Воронежский государственный технический университет

Чесноков Г.А., канд. архитектуры, доц., Воронежский государственный технический университет

Редактор: *Петрикеева Н. А.* Отв. секретарь: *Аралов Е. С.* Дизайн обложки: *Чуйкина А. А.*

Дата выхода в свет 31.03.2025. Усл. печ. л. 5,8. Формат 60×84/8. Тираж 25 экз. Заказ № 55.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-68664
выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Цена свободная

Адрес учредителя и издателя: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84

Адрес редакции: 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84;
тел.: +7(473)271-53-21; e-mail: gik_vgasu@mail.ru

ОТПЕЧАТАНО: отдел оперативной полиграфии издательства ВГТУ
394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84

СОДЕРЖАНИЕ

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ	6
<i>Баранова П. С.</i> Методы совершенствования планировки застройки жилых комплексов в городе Краснодаре	6
<i>Хабаров Д. А., Ананьина Л. Г., Борисова Т. П.</i> Предложения по эффективному развитию и благоустройству городских территорий с учетом здравоохранительного приоритета	10
ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ	15
<i>Титорова Д. Д.</i> 3D-моделирование в реконструкции зданий	15
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ	23
<i>Брунько В. М., Серикова И. А., Петрикеева Н. А.</i> Импортозамещение насосного оборудования современным оборудованием отечественного производства	23
<i>Колосова Н. В., Коровкина А. И.</i> Анализ методов очистки поверхностей теплообменных аппаратов систем теплоснабжения	27
<i>Брунько В. М., Колосов А. И., Сериков Г. С.</i> Сравнительный анализ насосного оборудования с целью возможности импортозамещения	32
СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ, БАЗ И ХРАНИЛИЩ	38
<i>Бузуверова В. Г., Капустина А. С., Колосова Н. В.</i> Исследование способов подогрева вязких нефтепродуктов в железнодорожных цистернах	38
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ	44
<i>Хачирова К. Э., Петрикеев А. Д.</i> Анализ применения различных типов птицезащитных устройств на опорах линий электропередачи	44
ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ	49

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

УДК 711.4

МЕТОДЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПЛАНИРОВКИ ЗАСТРОЙКИ ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСОВ В ГОРОДЕ КРАСНОДАРЕ

П. С. Баранова

*Кубанский государственный технологический университет
П. С. Баранова, студент института строительства и транспортной инфраструктуры
Россия, г. Краснодар, тел.: +7(918)439-87-43, e-mail: a_apollinaria_a@mail.ru*

Постановка задачи. В работе проведен анализ географических и климатических особенностей города Краснодара, что позволило выявить основные факторы, влияющие на планировку застройки. Одной из центральных тем является градоэкологическое зонирование, которое представляет собой важный инструмент для минимизации экологических последствий застройки.

Результаты. В работе затронуты подходы к устойчивому зеленому строительству. Решение ряда возникающих проблем требует комплексного подхода и взаимодействия всех уровней власти и общественных организаций.

Выводы. Проведен анализ перспективы дальнейших исследований в области градостроительства, что позволило определить направления для будущих научных изысканий и практических разработок.

Ключевые слова: Краснодар, урбанизация, градоэкологическое зонирование, зеленое строительство, инженерная планировка, застройка.

Введение. Город Краснодар находится в южной части Восточно-Европейской равнины на Кубано-Приазовской низменности. Расположен он почти в центре Краснодарского края. Ключевую роль играет река Кубань. Она протекает через всю низменность и служит важной водной артерией, которая вносит значительный вклад в уровень жизни и экономическую деятельность населения. Сама река Кубань, огибая город с юга и юго-запада, образует в этом месте широкую (до 15 км) трапецеидальную форму. Правый берег крутой и высокий (до 12 м), левый – низкий, пологий. Ширина русла Кубани в черте города около 150 метров, глубина – от 1,5 до 6,5 м [1].

Эти географические границы формируют уникальную экосистему и климатический режим данной местности. Планировка застройки и жилых комплексов в Краснодаре должна учитывать рельефные и климатические условия, что обеспечит гармоничное и устойчивое развитие городской среды. Адаптация проектных решений к особенностям рельефа позволяет максимально гармонично разместить застройку и упростить решение проблем, связанных с инженерной инфраструктурой и безопасностью [1, 2].

1. Климат. Климат города характеризуется как умеренно-теплый и континентальный. Средняя температура в летние месяцы колеблется от плюс 22 до плюс 24 °С, но в редкие годы может достигать аномальных показателей до плюс 40 °С [1]. Зимой наблюдаются частые оттепели, а средние температуры января варьируются от минус 1 до минус 5 °С.

Годовое количество осадков составляет около 400–600 мм [3]. Важно предусмотреть системы для отвода дождевых и талых вод, чтобы избежать затоплений и разрушений, связанных с сезонными дождями [4]. Эффективное дренирование и выбор материалов, устойчивых к неблагоприятным климатическим условиям, играют ключевую роль в надежности застройки.

2. Инженерная планировка. Рельеф Краснодара спокойный, имеет ровный уклон к северо-западу. Высота над уровнем моря колеблется от 19 до 32 метров [1]. Вертикальная планировка, основанная на рельефных особенностях, позволяет оптимизировать размещение зданий и снизить затраты на строительство [5, 6]. Проектирующие организации должны учитывать параметры высоты и уклона земельного участка. Такой подход обеспечит не только удобство передвижения, но и визуальную привлекательность застройки, укрепив единую композицию городского пространства.

Адаптация типовых проектов под местные условия является важной частью успешной реализации градостроительных инициатив. Необходимо изменять стандартные законы проектирования, учитывая рельефную сложность. Например, экономия затрат на благоустройство может быть достигнута путем проектирования жилых комплексов с учетом существующего ландшафта, а не ограничена только данной территорией [7].

Инженерная подготовка территории должна предусматривать не только земляные работы, но и обустройство необходимых систем коммуникаций с учетом рельефа. Это поможет избежать рисков, связанных с затоплением и разрушением зданий в результате развития дальнейшей застройки [4, 8]. Возможное взаимодействие с местными водоемами требует внимательного анализа и проектирования защитных сооружений, чтобы обеспечить безопасность и долговечность построек.

3. Экология. Экологические последствия застройки в городе Краснодаре все больше становятся предметом внимания как общественности, так и специалистов. Регион, известный своим уникальным рельефом и климатическими условиями, сталкивается с серьезными вызовами, связанными с увеличением объема строительных работ. Одной из главных проблем является мусорный кризис, который, по мнению экспертов, усугубляется неэффективной сортировкой отходов и наличием как легальных, так и нелегальных свалок. По последним данным, в Краснодарском крае количество отходов возросло с 10,9 миллиона тонн до 14,9 миллиона тонн в период с 2021 по 2022 год, при этом насчитывается 15 легальных и не менее 118 нелегальных свалок [8, 9].

За последние годы застройка заповедных территорий привела к значительным изменениям в экосистемах, что, в свою очередь, отрицательно сказалось на живой природе и качестве жизни местных жителей. Одной из самых острых тем является загрязнение рек, которое было отмечено не только в Краснодаре, но и в различных районах края. В соответствии с информацией, обнародованной Министерством природных ресурсов Российской Федерации в 2019 году, состояние реки Кубань оценивалось экологами как «загрязненное» [10]. Местные общественные организации активно выступают против уничтожения зеленых зон, что иллюстрирует символическое сажение дерева в защиту парков и общественных пространств.

Вопросы устойчивого водоотведения также представляют собой важный аспект, требующий решения. Например, строительство новых коллекторов в ряде случаев не приводило к ожидаемым результатам, что неоднократно вызывало критику как со стороны ученых, так и граждан [11].

Климатические условия, характерные для региона, играют существенную роль в формировании экологической ситуации. Столица Краснодарского края известна своими жаркими летними периодами и достаточно выраженной влажностью в осенние и зимние месяцы [1, 12]. Это создает предпосылки для роста и развития вредной массы несанкционированных свалок, а также приводит к накоплению и гниению отходов на

территориях, где отсутствуют организованные системы утилизации. Местные реки и водохранилища страдают от недостатка прозрачности и повышенного загрязнения, что в свою очередь негативно сказывается на экосистемах и качестве питьевой воды [1, 2].

В условиях растущего интереса к градостроительству необходимо учитывать последствия застройки для местных экосистем. Эксперты подчеркивают, что для достижения устойчивого развития необходимо внедрение принципов экологического проектирования, основанных на детальном анализе окружающей среды, что позволит минимизировать негативные воздействия на природу. Стратегические инициативы по восстановлению зеленых зон и улучшению качества воздуха должны стать важной составляющей городского планирования [2, 13].

Кроме того, проведение образовательных программ для населения по вопросам экологической ответственности может помочь в решении проблем, связанных с экологией. Такой подход формирует у граждан активную позицию и желание участвовать в охране окружающей среды, что, в свою очередь, способствует устойчивому развитию территории [1, 3, 14]. Решение проблем, связанных с застройкой и экосистемами, требует комплексного подхода и взаимодействия различных уровней власти, организации общественных инициатив и активного участия местных жителей.

4. Озеленение и благоустройство. Устойчивое зеленое строительство привлекает внимание не только на международном уровне, но и в контексте местных практик, таких как застройка Краснодара. Важным аспектом данного подхода является его интеграция с природными условиями территории, что позволяет не только сократить негативное воздействие на окружающую среду, но и создать комфортные условия для проживания. Применение принципов устойчивого строительства возможно в многоэтажных, жилых комплексах и социальных объектах, что позволяет учитывать как рельеф, так и климат местности. Согласно местным нормативам градостроительного проектирования в городе Краснодаре площадь озелененной территории микрорайона (квартала) должна быть не менее 6 кв.м. на 1 человека и не менее 25 % площади территории жилого района, парков и садов – не менее 70 %. В жилых районах общая площадь зеленых насаждений должна составлять не менее 50 % территории. Суммарная площадь озелененных территорий общего пользования должна быть не менее 16 кв.м. на 1 человека [1, 10, 15].

Цели устойчивого строительства в данном регионе включают рациональное использование ресурсов, таких как вода и энергия, а также защиту природного ландшафта и сохранение местной экосистемы. Ключевыми компонентами являются выбор экологически чистых материалов и технологий, которые минимизируют воздействие на окружающую среду [10, 16–18]. Это позволяет сократить как эксплуатационные затраты на обслуживание зданий, так и загрязнение, вызываемое строительными процессами [19].

Интеграция растений и зеленых насаждений в городскую среду, а также создание систем управления дождевой водой – важные элементы зеленого строительства. В контексте Краснодара это имеет особое значение благодаря наличию значительных водных ресурсов, что позволяет эффективно собирать и использовать осадки [19–23]. Такие проекты способствуют формированию удобной и гармоничной городской среды, где местные жители могут наслаждаться природой.

Выводы. Данная работа подчеркивает важность комплексного подхода к планировке застройки, который учитывает как рельефные, так и климатические особенности региона. Это позволит не только улучшить экологическую ситуацию, но и создать комфортные условия для жизни, что является основным приоритетом современного градостроительства. Внедрение предложенных рекомендаций может стать основой для формирования устойчивого и гармоничного городского пространства в Прикубанской низменности, в том числе и при реконструкции объектов. Это, безусловно, будет способствовать улучшению

качества жизни местных жителей и сохранению природного наследия региона, экологической устойчивости природного ландшафта.

Библиографический список

1. Краснодар – Википедия [Электронный ресурс]. URL: <https://wikipedia.org> (дата обращения: 26.12.2024).
2. Проблемы планировки и застройки городов в условиях сложного рельефа [Электронный ресурс]. URL: <https://studfile.net> (дата обращения: 28.12.2024).
3. Официальный сайт Министерства экономики Краснодарского края [Электронный ресурс]. URL: <https://economy.krasnodar.ru/> (дата обращения: 08.11.2024).
4. Вертикальная планировка городских территорий [Электронный ресурс]. URL: <https://ufa-gis.narod.ru> (дата обращения: 08.01.2025).
5. Сокольская О.Н. Смирнова А.Д. Биосферносовместимая концепция развития планировки и застройки города (на примере г. Краснодара) // Научные труды КубГТУ. 2022. № 6. С. 9–15.
6. Материалы Стратегии социально-экономического развития Краснодарского края до 2030 г. // Электронный фонд правовых и нормативно - технических документов [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/t/571007846/titles/3T9B4MS> (дата обращения: 01.02.2025).
7. Филобок А.А., Антонов О.В. Формирование Краснодарской Агломерации: особенности объединения и взаимосвязанности населённых пунктов агломерации [Электронный ресурс]. URL: <https://goo.su/xzLDSk2> (дата обращения: 12.11.2024).
8. Сокольская О.Н., Шнурникова Е.П. Оценка биосферной совместимости застройки южного города (на примере города Краснодара) // Научные труды КубГТУ. 2019. № 7. С.51–61.
9. Сокольская О.Н., Иванченко В.Т., Клименко В.В. Основы теории градостроительства и планировка населенных мест Краснодарского края: учеб. пособие. Краснодар: Изд-во ФГБОУ ВО КубГТУ, 2022. 204 с.
10. Маловичко Д.В., Труфляк И.С. Зеленая архитектура в г. Краснодаре [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48796231> (дата обращения: 06.01.2025).
11. Бродягин В.А., Бичевой А.М. Традиции и новаторства при проектировании исторической части города с использованием принципов органической архитектуры (на примере г. Краснодар) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42897155> (дата обращения: 05.01.2025).
12. Сокольская О.Н., Иванченко В.Т., Клименко В.В. Основы теории градостроительства и планировки населённых мест Краснодарского края. 2022. С. 90–124.
13. Архитектурные стили Краснодара. «ARCH KRD» [Электронный ресурс]. URL: https://archkrd.tilda.ws/arch_style (дата обращения: 01.02.2025).
14. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. М.: Минрегион России, 2016. 28 с.
15. Зуева А.А. «Региональная градостроительная идентичность» жилых образований в условиях южного берега Крыма // Строительство и техногенная безопасность. 2018. №12 (64). С. 7–15.
16. Формирование современной городской среды путем реконструкции придомовых территорий многоквартирных домов / Л.В. Гирия, С.В. Хоренков, Е.С. Головатенко, Д.Г. Черкезия // Инженерный вестник Дона. 2019. № 3. С. 7–11.
17. Шнурникова. Е.П., Волохин В.Ю., Кондрашов А.В. Использование принципов органической архитектуры в исторической части города Краснодара // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2023. № 3 (32). С. 6–10.
18. Таранова О.И., Сокольская О.Н. Формирование Краснодарской агломерации // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2024. № 1 (34). С. 6–10.
19. Левина Е.К. Кузьминых Е.В. Архитектура в гармонии с природой // Молодёжь и наука: сборник материалов VII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, посвящённой 50-летию первого полёта человека в космос [Электронный ресурс]. Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2011.
20. Калабин А.В. Дом на рельефе // Екатеринбург: Вебстер, 2012. 160 с.
21. Леонтович В.В. Вертикальная планировка городских территорий: учеб. пособие для студентов вузов по спец. «Городское строительство». М.: Высш. шк., 1985. 119 с.
22. Курбатов Ю.И. Архитектурные формы и природный ландшафт: композиционные связи // Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1988. 76 с.
23. Колобина А.С. Современные градостроительные ансамбли как пространственные ориентиры в сложившейся жилой застройке // Архитектурные исследования. 2018. №2(14). 136 с.

Для цитирования: Баранова П.С. Методы совершенствования планировки застройки жилых комплексов в городе Краснодаре // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2025. №1 (38). С. 6–9.

УДК 711.4

**ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЭФФЕКТИВНОМУ РАЗВИТИЮ И БЛАГОУСТРОЙСТВУ
ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ С УЧЕТОМ ЗДРАВООХРАНИТЕЛЬНОГО
ПРИОРИТЕТА**

Д. А. Хабаров, Л. Г. Ананьина, Т. П. Борисова

*Государственный университет управления**Д. А. Хабаров, ст. преподаватель кафедры управления в здравоохранении и индустрии спорта
Россия, г. Москва, тел.: +7(495)371-56-55, e-mail: khabarov177@yandex.ru**Л. Г. Ананьина, канд. мед. наук., доц. кафедры управления в здравоохранении и индустрии спорта
Россия, г. Москва, тел.: +7(495)377-89-14, e-mail: lg_apanina@guu.ru**Т. П. Борисова, канд. психол. наук., доц. кафедры управления в здравоохранении и индустрии спорта
Россия, г. Москва, тел.: +7(495)377-89-14, e-mail: tp_borisova@guu.ru*

Постановка задачи. Качество жизни населения необходимо рассматривать в комплексе. Это ряд мероприятий, способный улучшить социальное, духовное, материальное, физическое, эстетическое положение дел. Стабильное улучшение качества жизни в субъектах России становится возможным благодаря реализации принципов устойчивого развития территорий с учетом здравоохранительного приоритета и экономической составляющей.

Результаты. Необходимо улучшать деловой климат в регионах, внедрять результаты инновационно-технологической модернизации, улучшать экологическую обстановку, создавать благоприятные условия для жизни и здоровья населения с помощью непрерывного улучшения качества предоставления медицинских услуг и современных технологий лечения пациентов, привлечения инвестиций в сферу здравоохранения. В работе проанализированы факторы, влияющие на эффективное развитие территорий с учетом медицинского аспекта.

Выводы. В связи с поставленной задачей в работе разработаны предложения по устойчивому развитию территорий с учетом ключевых факторов здравоохранительного приоритета.

Ключевые слова: устойчивое развитие, здравоохранение, благоустройство, финансирование, городская среда, управление, инфраструктура.

Введение. Отечественный опыт формирования системы здравоохранения представляет интерес с XVII века. Так, формирование высшего медицинского образования начинается в 1758 году, когда при московском университете был создан медицинский факультет. В 1808 году далее открывается Санитарный департамент, а в 1830 году – Общественный совет при Министерстве внутренних дел. Основная его задача – заниматься здоровьем и гигиеной населения [1]. Уже к середине XIX века активно строят и вводят в эксплуатацию ряд медицинских учреждений, таких как профильные психиатрические клиники, клинические больницы, а в конце XIX века в российских городах начинают открываться городские санатории и учебные клиники. При этом официальное утверждение первой реформы в здравоохранении, предусматривающей открытие публичных лечебниц, больниц, станций, происходит уже в 1864 году и персонал уже не просто наблюдает за больными, но и лечит их, а сами больницы уже оборудованы санитарными помещениями.

Представляет существенный интерес и 1918 год, поскольку с этого года население начинает получать всеобщую бесплатную медицинскую помощь. А далее с 1920 года здравоохранение становится одним из значимых факторов национальной экономики [2].

Качественное и доступное здравоохранение всегда непосредственно связано с благополучием населения. Для усиления данного эффекта необходимо учитывать развитие новых и благоустройство существующих территорий с учетом медицинского фактора. Это создаст общий положительный экологический эффект и сделает инфраструктуру комфортнее и доступнее.

1. Мероприятия по развитию территорий с учетом здравоохранительного приоритета. Современное устойчивое развитие и благоустройство территорий с учетом здравоохранительного приоритета осуществляется благодаря реализации ряда мер:

1. Создание всех необходимых условий для доступности, качества и эффективности оказания населению медицинских услуг (удобное расположение медицинской инфраструктуры, озеленение близлежащих площадей, учет интересов лиц с ограниченными возможностями, создание достаточного количества парковочных мест, предусмотрение зон ожидания и пр.).

2. Практическое применение новейших технологий и инноваций в сфере здравоохранения. (например, разработка и последующее внедрение новых лекарственных препаратов, использование телемедицины и внедрение инноваций и передовых технологий).

3. Разработка новых и модернизация существующих способов и методов улучшения состояния окружающей среды (в качестве примера следует привести обеспечение здоровой и безопасной среды обитания, улучшение санитарно-гигиенических условий, обеззараживание и др.).

4. Осуществление профилактики и контроля заболеваний населения (создание доступных информационных зон, эффективная программа профилактики всех видов заболеваний, своевременное и массовое информирование всего населения о важности соблюдения здорового образа жизни).

5. Эффективное управление здравоохранением (например, улучшение существующей системы управления здравоохранением, систематический мониторинг здравоохранения, экономическая оценка реализованных мероприятий).

6. Использование внешней помощи в сфере здравоохранения (например, с помощью инвестиций или оказания безвозмездной помощи, направленной на создание современной инфраструктуры, предоставление образовательных программ, обучение медицинского персонала). Причем для успешной реализации мер по устойчивому развитию и благоустройству территорий в сфере здравоохранения в современном мире необходимо также учитывать социальные, экономические и культурные аспекты, а именно [3, 4]:

– Необходимо осуществлять учет интересов населения (при разработке или дополнении ряда программ в области здравоохранения, благоустройства, озеленения территорий целесообразно делать акцент на потребностях и интересах людей, которые в дальнейшем будут использовать эти услуги).

– Развивать инвестиционную деятельность и привлекать инвестиции (в целях эффективной реализации ряда программ, направленных на устойчивое развитие территорий с учетом здравоохранительного приоритета нужно привлекать инвесторов и создавать условия для их работы).

– Осуществлять непрерывное обучение персонала (т.е. персонал, которых работает в сфере здравоохранения, должен быть хорошо обучен, поскольку в дальнейшем он будет в состоянии оказать населению качественную медицинскую помощь).

– Взаимодействовать с государственными органами (для успешной и эффективной реализации программ в рассматриваемой сфере необходимо тесное взаимодействие с органами государственной власти на всех уровнях).

2. Результаты исследования и их обсуждение. Реализация мер по устойчивому развитию территорий с учетом здравоохранительного приоритета и экономической

составляющей в современном мире требует комплексного подхода, учитывающего целый ряд внешних и внутренних факторов, в т.ч. социальных, экономических и экологических. Более того, целесообразно тесное взаимодействие государственных органов и населения.

Также отметим, что эффективная практическая реализация этих мер позволит населению своевременно получать лучшую медицинскую помощь, произойдет уменьшение общего количества заболеваний, улучшится общая экологическая составляющая, будет наблюдаться общее повышение качества и комфорта жизни населения и, следовательно, это будет стимулировать дальнейшее экономическое развитие.

Ниже в таблице представлены существующие проблемные ситуации в сфере устойчивого развития территорий с учетом здравоохранительного приоритета, экономической и экологической составляющей и возможные способы их решения [3, 5].

На основе вышеизложенного, в качестве основных факторов отметим качество городской среды, общее экологическое состояние и природно-климатические условия, в которых проживает население тех или иных регионов. Здесь же необходимо добавить, что уже сейчас большая часть населения Земли проживает в городах, а к 2050 году по оценкам ООН этот показатель достигнет порядка 70 %.

Таблица

Предложения по существующим проблемным ситуациям в сфере устойчивого развития территорий

№№ п/п	Проблемная ситуация	Возможные пути решения
1	2	3
1.	Отсутствие доступа для получения необходимой медицинской помощи в удаленных и/или неблагоприятных районах	Целесообразным представляется применять телемедицину: технологию удаленного оказания медицинской помощи с помощью интернет или других средств связи. Также следует планировать оказание мобильной медицинской помощи и размещение специальных профильных поликлиник в отдаленных или труднодоступных районах.
2.	Недостаточное количество специалистов в сфере здравоохранения	Целесообразно рассмотреть возможность увеличения общего количества мест в медицинских университетах, колледжах, а также постоянно повышать квалификацию врачей и другого медицинского персонала. Необходима реализация профориентационной деятельности, развитие и поддержание организаций здравоохранения, образования, науки, культуры и др. Более того, следует привлекать профильных молодых специалистов, оказывать им всестороннюю поддержку и стимулировать их работу в отдаленных и труднодоступных районах. Необходимо поощрение инновационной деятельности, привлечение инвестиций, создание необходимых условий для повышения квалификации сотрудников и др. Также в качестве привлечения специалистов можно рекомендовать субсидирование на льготных условиях для строительства жилья и развития инфраструктуры.

продолжение таблицы

1	2	3
3.	Проблемы, связанные с экологической безопасностью, загрязнением воздуха, воды и почвы	Предлагается и дальше развивать экологически чистые технологии, поддерживать экологические инициативы, программы устойчивого развития территорий с учетом экологической составляющей, повышать осведомленность населения о существующих проблемах экологической безопасности.
4.	Низкий уровень медицинской грамотности населения, ведение нездорового образа жизни	Рекомендуется обязательное предусмотрение в инфраструктуре любого населенного пункта спортивных площадок, зон активного отдыха и досуга, оздоровительных центров, спортивных и профилактических комплексов. В качестве предложения следует рассмотреть регулярное проведение семинаров, вебинаров и лекций по ведению населением здорового образа жизни, поддержанию спортивных инициатив и иное.
5.	Проблемы оказания современной медицинской помощи (особенно в развивающихся субъектах).	Для эффективного решения существующей проблемы целесообразно создать все необходимые условия для развития медицинской инфраструктуры в таких субъектах. Здесь необходимо отметить Указ Президента РФ от 6 июня 2019 г. №254 «О Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года», который включает в себя разработанный план действий по осуществлению мероприятий, способствующих улучшению общественного здоровья и высокому уровню качественной медицинской помощи для всех граждан РФ.

Именно качество городской среды имеет наибольшее воздействие на население, поскольку оно в большей степени влияет на здоровье проживающих в городах. В настоящее время выделяют две основные группы факторов непосредственного влияния городской среды на состояние человека: оказание влияния на физическое здоровье население и видеоэкология (т.е. влияние на психическое здоровье населения) [6].

Выводы. Для организации благоустройства городской среды необходимы инвестиции с целью дальнейшего улучшения качества жизни и создания комфортной и привлекательной среды для городского населения. В связи с чем целесообразным представляется:

1. Подготовка и последующая реализация инвестиционных проектов. Грамотная разработка, постройка и обслуживание новых объектов социальной инфраструктуры может быть дорогостоящей задачей. Необходимо привлечь инвесторов, которые готовы вложить средства в развитие инфраструктуры (особенно больниц, медицинских учреждений), создание парков и зеленых насаждений и др. Недостаток финансирования может ограничивать возможности для реализации дополнительных проектов и ограничивать расширение социальной инфраструктуры в районах.

2. Определение временного срока реализации проектов. Строительство и введение в эксплуатацию новых объектов социальной инфраструктуры требует времени. Процесс планирования, проектирования и строительства может занимать значительное время, что может привести к задержкам в обеспечении жителей необходимыми услугами и удобствами.

3. Осуществление эффективного управления и обслуживания. После введения в эксплуатацию объектов социальной инфраструктуры необходимо обеспечить их эффективное управление и обслуживание. Это включает регулярное техническое обслуживание, управление персоналом и организацию соответствующих программ и мероприятий.

4. Разработка комплексных программ благоустройства. Следует разработать комплексные программы, которые будут включать в себя все необходимые мероприятия по улучшению благоустройства конкретного района.

5. Совершенствование существующей системы уборки, утилизации и вывоза мусора.

6. Создание дополнительных зон озеленений, парков и пр.

7. Повышение доступности медицинского обслуживания. Строительство новых профильных медицинских учреждений будет улучшать доступность и качество медицинского обслуживания для городских жителей.

8. Расширение существующих спортивных возможностей для населения. Строительство новых и реконструкция существующих спортивных сооружений предоставляет жителям возможность для занятий спортом и поддержания здорового образа жизни. Более того, новые современные спортивные комплексы, стадионы и бассейны направлены на развитие физической активности и спортивных достижений.

9. Учет потребностей и предпочтений жителей. Важно учесть мнение и предпочтения жителей при планировании и реализации мероприятий социальной инфраструктуры, проводить соцопросы. Недостаточная вовлеченность жителей может привести к недовольству и несоответствию предлагаемых услуг и объектов их реальным потребностям.

Каждый из вышеперечисленных факторов может влиять на то, насколько будет эффективно и целесообразно новое мероприятие социальной инфраструктуры для местного сообщества. В связи с чем, важно сбалансированно оценивать и принимать во внимание все факторы при планировании и реализации мероприятий социальной инфраструктуры при комплексном развитии территорий.

Библиографический список

1. Швец Ю.Ю. Система обеспечения качества медицинских услуг // Приоритетные направления развития науки и образования. 2016. № 4–2 (11). С. 26–30.

2. Ильясова А.Р. Основы экономики здравоохранения: учеб. пособие // Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2019. 86 с.

3. Новиков А.В., Хабарова И.А., Хабаров Д.А. Предложения по устойчивому развитию и благоустройству Московской области с учетом здравоохранительного приоритета // Астраханский вестник экологического образования. 2023. № 2(74). С. 124–129.

4. Клюня В.Л. История экономических учений [Электронный ресурс]: курс лекций / В.Л. Клюня, А.В. Черновалов, Ж.В. Черновалова // Минск: БГУ, 2016. 358с.

5. Нилиповский В.И., Хабарова И.А., Хабаров Д.А. Инновации при озеленении пространства для создания комфортной городской среды // Trends in the development of science and global challenges: материалы международной научно-практической конференции Foreign International Scientific Conference (Managua (Nicaragua)). СПб.: ГНИИ «Нацразвитие», 2023. С.108–117.

6. Новиков А.В., Хабарова И.А., Грановитов Е.А. Современные технологии проведения оценки состояния и использования земельных ресурсов для пространственного развития территорий // Цифровизация землепользования и землеустройства: тенденции и перспективы: материалы международной научно-практической конференции. М.: ГУЗ, 2023. С. 207–211.

Для цитирования: Хабаров Д.А., Ананьина Л.Г., Борисова Т.П. Предложения по эффективному развитию и благоустройству городских территорий с учетом здравоохранительного приоритета // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2025. №1(38). С. 10–14.

ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

УДК 69.059

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ В РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

Д. Д. Титорова

*Кубанский государственный технологический университет**Д. Д. Титорова, студент архитектуры гражданских и промышленных зданий имени А.В. Титова
Россия, г. Краснодар, тел.: +7(952)871-91-94, e-mail: darya_titorova@mail.ru*

Постановка задачи. Реконструкция объектов старины и культурного наследия с течением времени становится все более актуальной задачей. Рассмотрены основные тенденции развития сохранения исторического наследия зданий культурного значения через призму таких современных технологий, как фотограмметрия и лазерное сканирование.

Результаты. Проанализирована специфика использования методов фиксации, технологии фиксации зданий и обозначена роль трехмерного моделирования в реконструкции зданий. Показана актуальность и эффективность данных методов.

Выводы. В результате проведенных исследований установлены ключевые особенности основных методов сканирования зданий, приведены ключевые примеры трехмерного моделирования в реконструкции и определен дальнейший вектор развития с применением данных технологий.

Ключевые слова: трехмерное моделирование, реконструкция, реставрация, лазерное сканирование, фотограмметрия, историческое наследие.

Введение. В условиях стремительного прогресса в архитектуре и строительстве, особое внимание привлекает использование трёхмерных (3D) технологий в контексте реконструкции зданий. Этот инновационный подход объединяет передовые научные и технические достижения и историческое и культурное наследие человечества.

Реконструкция зданий представляет собой комплексный и ответственный процесс, требующий глубоких познаний и навыков в различных дисциплинах, включая архитектуру, историю, искусство, инженерию и другие. Традиционно данный процесс включал тщательное изучение архивных материалов, исторических документов и фотографий. Однако с течением времени человечество создало программное обеспечение и приборы лазерного сканирования, позволяющие создавать в ЭВМ трехмерные модели реконструируемых зданий, которые в итоге стали неотъемлемой и важной частью изучения объекта. На стадии фиксации здания выявляются многие его особенности, незаметные невооруженному взгляду, за счёт чего можно обнаружить много любопытных исторических деталей, присущих рассматриваемому зданию [1].

1. Методы создания трехмерной модели здания. Долгое время инструменты, используемые для измерения средневековых зданий, были почти такими же старыми, как и сами здания: отвесы, веревки, линейки. Их использование было утомительным, отнимающим много времени и подверженным ошибкам.

В современном мире основными являются два метода создания трехмерных моделей зданий, подлежащих реконструкции: фотограмметрия и лазерное сканирование. Фотограмметрическая съёмка использует камеру для последовательной съемки структуры, а затем программное обеспечение для создания трехмерной цифровой копии с помощью метода «структура по движению». Лазерное сканирование использует технологию LiDAR (лазерное обнаружение и измерение дальности) для записи миллионов точек в секунду, измеряя и картографируя точную форму и местоположение структуры с высоким разрешением [1, 2].

Фотограмметрия – научно-техническая дисциплина, занимающаяся определением размеров, формы и положения объектов по их изображениям на фотоснимках. Фотограмметрия почти так же стара, как и сама фотография. В 1849 году Эме Лосседат, французский офицер, использовал фотографические изображения для топографических съемок, основываясь на технике, которую он назвал метрофотографией. В 1862 году использование Лосседатом фотографии для картирования было официально одобрено Академией наук в Мадриде. Он также пробовал аэрофотосъемку и стал первым человеком, который сделал снимок с воздушных шаров, но отказался от этого из-за сложности получения достаточного количества фотографий для покрытия всех территорий с одной аэростанции. На Парижской выставке 1867 года Лосседат выставил первый известный фототеодолит и свой план Парижа, составленный на основе его фотографических съемок. Эти карты были сопоставимы с более ранними картами, составленными на основе обычных полевых съемок, которые показали, что эта новая технология может успешно использоваться для картографирования [3].

С момента своего создания фотограмметрия перешла от чисто аналоговой, оптико-механической техники к аналитическим методам, основанным на компьютерном решении математических алгоритмов, и, наконец, к цифровой или электронной фотограмметрии, основанной на цифровых изображениях и компьютерном зрении – междисциплинарной научной области, занимающейся автоматическим извлечением полезной информации из данных изображений. Фотограмметрия в первую очередь занимается выполнением точных измерений трехмерных объектов и особенностей рельефа по двумерным фотографиям. Последние получают как непосредственно кадровыми, щелевыми и панорамными фотоаппаратами, так и при помощи радиолокационных, телевизионных, инфракрасных, тепловых и лазерных систем.

Существуют два основных типа фотограмметрии: воздушная (камера находится в воздухе) и наземная (камера удерживается в руках или установлена на штативе). Наземная фотограмметрия, имеющая дело с объектами на расстоянии до 200 м, также называется фотограмметрией ближнего действия. Малоформатная аэрофотограмметрия в некотором роде занимает промежуточное положение между этими двумя типами, сочетая точку обзора с близкими расстояниями до объекта и высокой детализацией изображения.

Наибольшее применение, особенно в аэрофотосъемке, имеют снимки, получаемые кадровыми фотоаппаратами. Полученные фотографии обрабатываются с помощью специализированного программного обеспечения, которое позволяет создать трёхмерную модель объекта на основе анализа его изображений. Например, отечественная компания НПП «Фотограмметрия» разработала программу ScanIMAGER, позволяющую получать ортофотопланы и развертки криволинейных поверхностей (рис.1).

По трехмерному облаку точек, полученному фотограмметрическим методом, модуль ScanIMAGER Photo строит детальные полигональные фотореалистичные 3D модели с наложенными текстурами, а также привязывает полученные результаты измерений к выбранной системе координат и высот. Российское программное обеспечение КРЕДО ФОТОГРАММЕТРИЯ 1.1 решает следующие задачи: добавление в проект фотографий –

результатов аэрофотосъемки или фотографий наземной фотограмметрической съемки; фотограмметрическое уравнивание (расчет внешних и внутренних параметров ориентирования), формирование редкого облака точек как визуализации рассчитанной модели; ортокоррекция фотографий и создание ортофотоплана; создание плотного облака точек на основе фотограмметрической модели и так далее [4, 5].



Рис. 1. Цветной ортофотоплан фасада здания собора в Кронштадте, сделанный НПП «Фотограмметрия»

Лазерное или лидарное сканирование – это современный метод получения точной трёхмерной модели объекта с помощью лазерного дальномера. Лазерное сканирование осуществляется путем захвата точной трехмерной информации с реального объекта, группы объектов или среды с использованием лазера в качестве источника света. Проецируя лазерный свет на объект, сканер создает облака точек – миллионы точно измеренных точек XYZ, которые определяют положение объекта в пространстве. Для получения реалистичного цветного изображения, «облако точек» может быть окрашено в зависимости от степени интенсивности отраженного сигнала. Современные модели лазерных сканеров (лидаров) часто имеют встроенную видео- или фотокамеру, что позволяет окрасить облако точек в реальные цвета

Принцип работы лазерных сканеров основан на использовании лазерного луча для сканирования объектов. Лазерный луч преобразуется в изображение, которое затем анализируется и обрабатывается. Сканеры могут работать на разных длинах волн, соответствующих различным диапазонам спектра. Для создания точного и сфокусированного луча света используются оптические элементы, такие как линзы и зеркала. Луч сканирует объект, отражается от его поверхностей и попадает на фотоприёмник. Фотоприёмник преобразует отражённый свет в электрические сигналы, которые обрабатываются процессором и создают изображение объекта. Сканеры могут работать в различных режимах, включая однократное сканирование, сканирование с построением карты и сканирование с облётом.

Однократное сканирование используется для получения точечных данных об объекте, а сканирование с построением карты создаёт трёхмерное изображение объекта. Сканирование с облётом позволяет измерить расстояние до объектов и может быть использовано для построения карт или моделей. Существуют различные типы лазерных сканеров, такие как фазовые, когерентные и некогерентные [4].

В зависимости от условий проведения, выделяют три основных типа лазерного сканирования: воздушное, наземное и мобильное. Воздушное лазерное сканирование проводится с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), оснащённых лидарами. Лидар – это устройство, которое излучает лазерные импульсы и измеряет время, за которое эти импульсы отражаются от объектов и возвращаются обратно. На основе этих данных строится точная трёхмерная модель местности. Наземное лазерное сканирование проводится на поверхности земли с помощью портативных или стационарных лидаров. Этот метод позволяет получать точные трёхмерные модели зданий, сооружений и других статичных объектов. Процесс воздушного лазерного сканирования заключается в следующем:

1. На летательном аппарате (самолёте, вертолёте, беспилотном летательном аппарате) устанавливается лазерный сканер, который излучает лазерный луч и измеряет время, за которое луч достигает поверхности и возвращается обратно.

2. Лазерный луч отражается от поверхности и возвращается к сканеру.

3. На основе времени, за которое луч прошёл путь до поверхности и обратно, а также зная скорость света, сканер определяет расстояние до поверхности.

4. Собранные данные обрабатываются и преобразуются в трёхмерную модель местности.

Этот метод позволяет получать точные трёхмерные модели зданий, сооружений и других статичных объектов. Одним из основных преимуществ этого метода является его высокая точность и скорость получения данных. По сравнению с традиционными методами, такими как тахеометрия или фотограмметрия, наземное лазерное сканирование позволяет получить более детальную и точную модель объекта за более короткое время. Это делает его особенно полезным для проектов, требующих быстрого и точного сбора данных. Однако, несмотря на все преимущества, наземное лазерное сканирование всё ещё остаётся относительно дорогим методом, особенно для небольших проектов. Кроме того, для его проведения требуется специальное оборудование и квалифицированные специалисты, что также может увеличить стоимость проекта.

Воздушное лазерное сканирование позволяет получать данные с высокой точностью и разрешением, что делает его незаменимым инструментом для многих отраслей. Однако, как и любой другой метод, он имеет свои ограничения и требует тщательной подготовки и планирования [3, 5].

Мобильное лазерное сканирование – это современная технология, которая объединяет в себе лазерное сканирование и мобильную платформу для получения точных трёхмерных моделей объектов и территорий. Она находит применение в различных отраслях, таких как картография, мониторинг окружающей среды, безопасность и охрана. Программные системы, включенные в Единый реестр российских программ для ЭВМ и баз данных Минкомсвязи РФ, – ТИМ КРЕДО 3D СКАН и ReClouds на платформе nanoCAD – позволяют импортировать и визуализировать модели в 3D-окне совместно с облаками точек, перемещать и масштабировать 3D-модель, выполнять измерения между облаками точек и узлами модели (рис.2).

Совмещение данных лазерного сканирования и цифровой фотограмметрической съёмки позволяет получить более точную и детальную модель объекта, чем при использовании одного из методов. Это актуально для объектов культурного наследия, особо сильно подвергающихся разрушительному влиянию времени и нуждающихся в

своевременной реставрации. Благодаря фиксации памятников архитектуры, реставрация становится гораздо менее трудоемким процессом [6, 7].

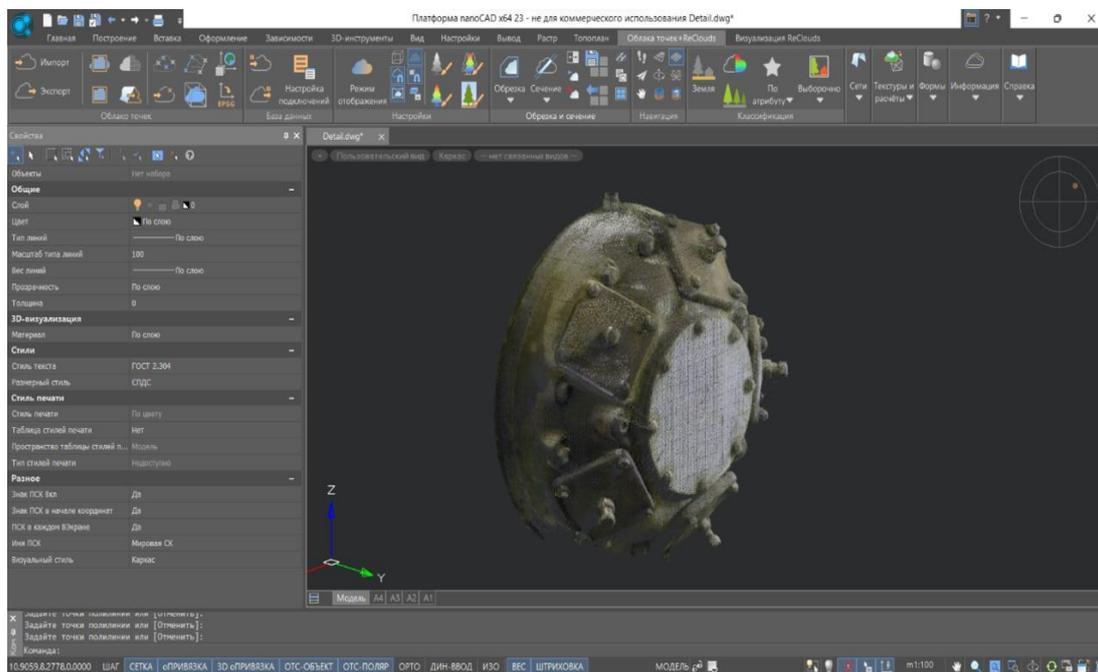


Рис. 2. Исходное облако точек, импортированное в ReClouds

Основная проблема заключается в том, что данный процесс всегда привносит некоторые изменения в объект, который старательно пытаются вернуть к первоначальному виду, сохранившему на себе отпечаток времени. Великий французский архитектор Виолле-Дюк обозначил данное понятие фразой: «Реставрация есть дело новое, так же, как и его название. Реставрировать какое-либо здание – не значит починить его, исправить, перестроить; но восстановить его вполне в первобытном виде, который никогда не доходит в сохранности до нашего времени» [8]. Современные же технологии, включающие в себя лазерное сканирование, фотограмметрию и трехмерное моделирование, позволяют дать представление о том, что в ходе реставрации было удалено или неуместно дополнено.

2. Методы создания 3D-модели здания. Благодаря трудам Эндрю Таллона, выдающегося бельгийского историка-искусствоведа, люди до сих пор могут наблюдать за Собором Парижской Богоматери, являющимся ярким примером готической архитектуры, которая характеризуется высокими и узкими стенами, огромными окнами-розами, стрельчатыми арками и остроконечными башнями [9]. Именно благодаря тому, что в 2015 году историк искусств провел 3D-сканирование здания, предоставив идеальный чертеж для восстановления культового собора с точностью до пяти миллиметров, здание будет восстановлено после пожара 2019 года.

Рассмотрим этапы создания трехмерной модели:

1. Создание облака точек при помощи лазерного сканирования (рис.3). Данные объединяются в «облако точек», содержащее более миллиарда точек, выявляя структурные проблемы, которые в противном случае было бы трудно обнаружить.

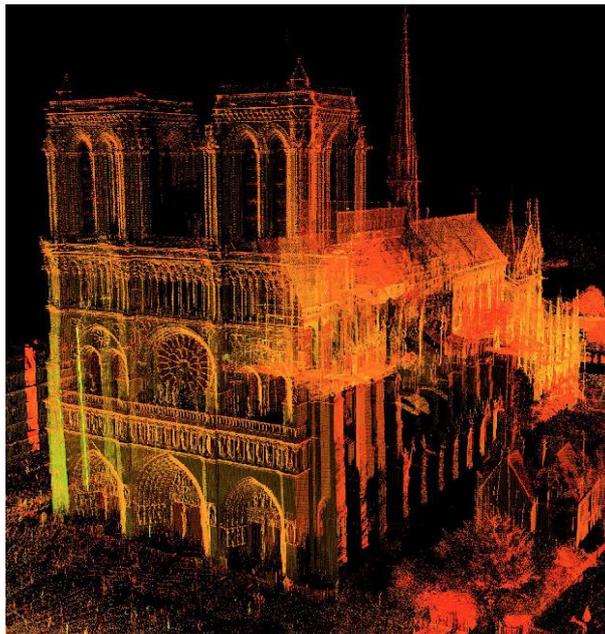


Рис. 3. Облако точек в программе. Эндрю Таллон, колледж Вассар

2. Оформление внешнего вида здания (рис.4). Для повышения читаемости облако точек «оборачивается» серией фотографий. Каждой точке данных присваивается цвет пикселя на соответствующем изображении.

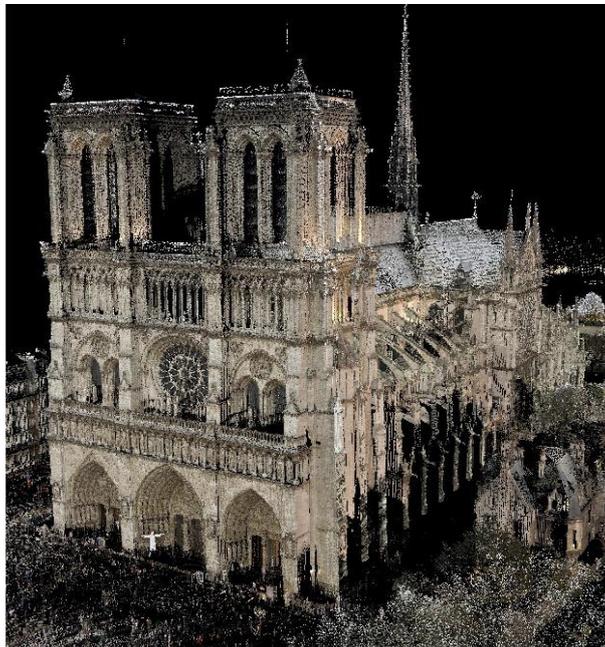


Рис. 4. Оформление внешнего вида здания. Эндрю Таллон, колледж Вассар

3. Создание каркаса здания (рис.5). Данные облака точек лазера затем можно моделировать с помощью плоскостей и линий.

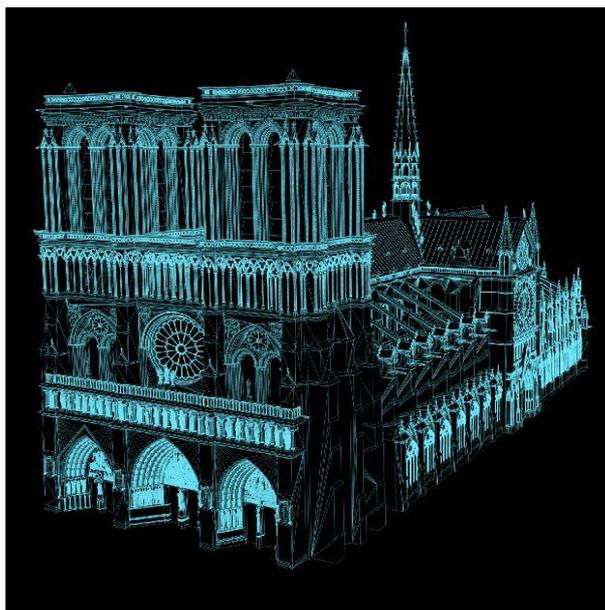


Рис. 5. Каркас здания. Эндрю Таллон, колледж Вассар

4. Визуализированная модель (рис.6). Можно сгенерировать финальную визуализированную модель с регулируемыми текстурами поверхности и цветами. Регулировка света и теней может сделать структуру более реалистичной.

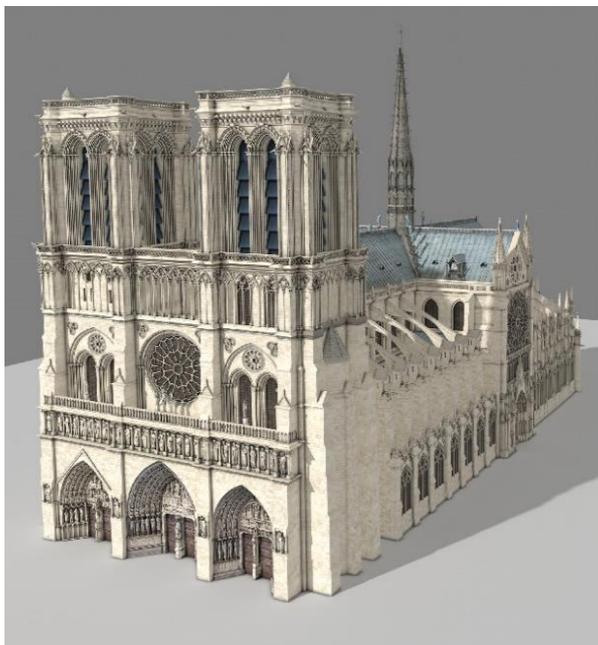


Рис. 6. Визуализированная модель. Эндрю Таллон, колледж Вассар

3. Заглянуть в будущее. Профессор Калифорнийского университета в Мерседе Никола Леркар начал работать совместно с Департаментом государственных парков Калифорнии несколько лет назад, когда он использовал дроны, чтобы помочь виртуально картировать и воссоздать город-призрак золотодобытчиков Bodie State Historic Park, находящийся под угрозой исчезновения. Этот опыт вдохновил его позже на создание WAVE

(Wide-Area Visualization Environment System) – лабораторию широкополосной визуализации, на которой работают распространенные платформы 3D-визуализации (CalVR, игровой движок Unity 3D, Paraview), включающей в себя дополненную реальность и систему из двадцати 4K OLED 3D мониторов полутрубчатой конфигурации. Студенты и исследователи любой дисциплины могут изучить пирамиды Гизы или Солнечную систему путем создания 3D-визуализации в системе WAVE [2, 7, 10].

По словам Леркари, «Дополненная реальность – это следующая большая технология, особенно для массовой аудитории. В парках и музеях WAVE предоставляет дополнительную информацию, которая помогает лучше понять и интерпретировать происходящее во время посещения. Это позволяет получить контекст и расширить восприятие опыта. Выходя за рамки аудиогuida и видеогuida в центре для посетителей, у вас в руках оказывается мощное устройство, раскрывающее тайны, скрытые в тени. Оно дарит свет понимания, обогащая ваше восприятие и превращая каждый шаг в незабываемое путешествие... Вместо того, чтобы показывать студентам фотографии, рисунки или видеозаписи с сайта, мы можем встать посреди здания и пройти по комнатам. Мы можем поворачиваться и смотреть на потолок. Это самое близкое к физическому пребыванию здесь без физического присутствия здесь» [2, 4, 11, 12].

Выводы. Перспектива развития современных технологий, таких как лазерное сканирование и архитектурные обмеры, может значительно ускорить процесс разработки проектов реконструкции и строительства. В данной работе мы проанализировали процесс проведения лазерного сканирования и архитектурных обмеров для целей реконструкции зданий, несущих в своем облике историческое наследие. Упрощение процесса съемки зданий оказывает значительное влияние на скорость реставрационных процессов, что способствует развитию культурной жизни города, минимизирует вредное воздействие на природу путем использования существующих ресурсов и структур и повысит уровень патриотизма и национальной гордости у граждан.

Библиографический список

1. Billie F. Spencer Jr., Vedhus Hoskere, Yasutaka Narazaki, *Advances in Computer Vision-Based Civil Infrastructure Inspection and Monitoring*, // Elsevier, 2019. № 5. P.199–222.
2. James S. Aber Johannes B. Ries Irene Marzloff: *Small-Format Aerial Photography Principles, Techniques and Geoscience Applications* – Elsevier, 2010. 394 pp.
3. Бобир Н.Я., Лобанов А.Н., Федорук Г.Д. *Фотограмметрия*. М.: Недра, 1974. 472 с.
4. Павлов В.И. *Фотограмметрия. Наземная стереофотограмметрическая съемка: учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности 300100 «Прикладная геодезия»* // СПб.:Вектор, 2006. 112 с.
5. Зверев В.В. О понятии «Научная реставрация» // *Исторические исследования*. 2019. № 12. С. 47–52.
6. Создание ортофотопланов [Электронный ресурс]. URL: <https://innoter.com/services/fotogrammetriya/sozdanie-ortofotoplanov/> (дата обращения: 11.12.2024).
7. *Реставрация памятников архитектуры / С.С. Подъяпольский, Г.Б. Бессонов, Л.А. Беляев, Т.М. Постникова*, 2-е изд. Для студентов архитектурных факультетов и институтов. М.: Стройиздат, 2000. 288 с.
8. *Реставрация памятников архитектуры по Виолле-ле-Дюку // Древности. Труды Императорского Археологического общества (ИМАО)*. М., 1988. С. 31–51.
9. Victor Hugo: *Notre-Dame de Paris*. М.: Пальмира, 2017. 536 с.
10. Шнурникова Е.П., Вибе А.Д. ГЭС-2 в Москве как уникальное культурное пространство // *Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации*. 2024. № 1(34). С. 25–31.
11. Шнурникова Е.П., Горзова С.П., Кононенко В.В. Реконструкция городской застройки с учетом доступности маломобильных групп населения на примере г. Краснодара // *Вестник МГСУ*. 2024. № 7. С. 1069–1078.
12. Шнурникова Е.П., Фадеева А.М. Современные тенденции в реставрации на примере дома Наркомфина в городе Москва // *Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации*. 2024. №1(34). С. 19–24.

Для цитирования: Титорова Д.Д. 3D-моделирование в реконструкции зданий // *Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации*. 2025. №1 (38). С. 15–22.

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

УДК 339.5: 533.5

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

В. М. Брунько, И. А. Серикова, Н. А. Петрикеева

*Воронежский государственный технический университет**В. М. Брунько, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(911)059-80-03, e-mail: vladbrunko@gmail.com**И. А. Серикова, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7 (473)207-22-20, e-mail: sirina301212@gmail.com**Н. А. Петрикеева, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(952)101-72-96, e-mail: petrikeeva.nat@yandex.ru*

Постановка задачи. Санкционные ограничения значительно изменили ситуацию на рынке оборудования. Насосное оборудование является наиболее широко используемым во всех сферах промышленности и коммунальных услуг. Целью настоящего исследования является определение возможности замены импортного насосного оборудования на отечественные аналоги. В условиях ограниченного доступа к зарубежной продукции, вызванного геополитическими изменениями и санкциями, важно оценить, в какой степени отечественные насосы способны обеспечить требуемый уровень производительности, надежности и энергоэффективности.

Результаты. Возможность замены импортного оборудования современным оборудованием отечественного производства существует, поддерживает национальную промышленность, а также обеспечивает надежность и устойчивость систем в долгосрочной перспективе. Проанализирована текущая ситуация на рынке российского насосного оборудования.

Выводы. Использование отечественного оборудования помогает снизить зависимость от зарубежных поставок и минимизировать риски, связанные с изменениями в логистике и санкционным давлением. Отечественный рынок насосного оборудования представлен рядом энергоэффективных и конкурентноспособных моделей. Это особенно актуально в современных условиях, когда количество подаваемого теплоносителя и расход среды постоянно увеличиваются.

Ключевые слова: теплоснабжение, импортозамещение, насосное оборудование, потребители, надёжность, рынок, логистика.

Введение. После 24 февраля 2022 года многие иностранные компании приостановили или полностью прекратили поставки своей продукции в Россию, что кардинально изменило ситуацию на рынке промышленного и коммунального оборудования. Эти изменения затронули ключевые отрасли, в том числе жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ), где оборудование, в частности насосное, играет решающую роль в обеспечении стабильного теплоснабжения. В условиях ограниченного доступа к импортным комплектующим возникает необходимость в поиске надежных отечественных аналогов, способных не только заменить зарубежную продукцию, но и обеспечить высокую эффективность систем [1].

1. Проблематика исследования. Современные требования к энергоэффективности и экологичности ставят перед коммунальными службами задачу не только обеспечивать теплом население страны, но и оптимизировать его потребление. Это требует внедрения новых технологий, использования надежного оборудования, грамотного персонала, а также эффективного управления энергоресурсами [1, 2].

Целью данного исследования является определение возможности замены импортного насосного оборудования на отечественные аналоги. В условиях ограниченного доступа к зарубежной продукции, вызванного геополитическими изменениями и санкциями, важно оценить, в какой степени отечественное насосное оборудование способно обеспечить требуемый уровень производительности, надежности и энергоэффективности [3].

2. Состояние рынка насосного оборудования в России и за рубежом. Ведущими компаниями на рынке оборудования для строительства, водоснабжения, канализации и других систем, связанных с перекачкой сред, являются две крупные международные корпорации. Первая – это датская компания Грундфос (Grundfos), которая заслужила мировое признание благодаря инновационным решениям и высокому качеству выпускаемой продукции. Вторая – немецкая компания Вило (Wilo) – известна своей надежностью и передовыми технологиями, занимает ключевые позиции в этой отрасли. Оба производителя оказывают значительное влияние на развитие рынка и устанавливают стандарты качества насосного оборудования. Помимо этих компаний на иностранном рынке также представлены: немецкая компания KSB, итальянские DAB и Ebara, американская Xylem, испанская ESPA [4, 5].

Некоторые компании – производители насосного оборудования в Российской Федерации:

- ООО «Торговый дом АДЛ» – проектная организация в области инженерных систем жизнеобеспечения зданий, сооружений, инфраструктурных объектов, различных технологических процессов в промышленности России, а также на территориях республик Беларусь и Казахстан [1]. Занимается разработкой, производством и поставкой инженерного оборудования для жилищно-коммунального хозяйства, строительства и различных отраслей промышленности. Компания располагает собственным заводом под Коломной, где производит продукцию под брендами ГРАНДФЛОУ, ГРАНДПАМП, а также широкий ассортимент оборудования с приставками ГРАН-, СТИМ- и другими. Это позволяет им предлагать комплексные решения, адаптированные к различным потребностям и технологическим процессам [6].

- Московский научно-технический центр «АВЕРТ» (до апреля 1991 года – специальное конструкторское бюро №19 Министерства авиационной промышленности), основными направлениями деятельности которого являются разработки высоких технологий в области машиностроения. В 1988 году по заданию Московского правительства был подключен (вместе с ВНИИГидромаш) к программе создания отечественных малошумных линейных насосов, которая была выполнена [5]. В настоящее время выпускаются более 200 типоразмеров линейных насосов. Насосы бесфундаментные, монтируются на трубах или трубы на насосе. Производимые насосы успешно эксплуатируются в системах отопления, водоснабжения, вентиляции и кондиционирования. Насосы этого производства нашли применение на объектах коммунального хозяйства многих городов России – Москвы, Санкт-Петербурга, Воронежа, Брянска, Оренбурга, Екатеринбургa, Сочи, Омска, Челябинска, Владивостока, Самары, Нижнего Новгорода и других, а также в тепличных хозяйствах Краснодарa, Малоярославца, Ставрополя, Дзержинска, Сургута и многих других.

- ЗАО НПП «АДОНИС» из города Чайковский Пермского края. Специализируется на производстве насосов для различных отраслей промышленности, включая пищевую, фармацевтическую, нефтехимическую, машиностроение и жилищно-коммунальное

хозяйство [7]. Компания предлагает полный производственный цикл, который включает в себя проектирование, изготовление и тестирование насосного оборудования, гарантируя высокое качество и надежность своей продукции. Пищевые насосы КМ отличаются более высоким напором на выходе, используется для перекачки различных жидкостей, используемых в пищевой, химической, фармацевтической промышленности. Насосы КМХ предназначены для перекачки разных химически активных жидкостей, включая кислоты, щелочи и растворы солей. Насосы НГ предназначены для перекачки пресной воды в системах с замкнутым контуром. Их проточная часть изготовлена из силицированного графита, карбидокремниевой керамики, хромистой стали. Прессы используются для опрессовки и испытания систем водоснабжения, отопительных систем, а также емкостей.

- ООО «Завод дозировочной техники «Ареопаг», Санкт-Петербург – компания и завод дозировочной техники «Ареопаг» – лидер российского насосостроения в области специализированных объемных насосов [4]. Компания полного цикла: разработка, постановка на производство, изготовление, продажи, сервис. Своя опытная испытательная база, производство полного цикла, сервисная служба. Полностью компьютеризированные процессы проектирования и поддержания жизненного цикла изделий. При поддержке крупных заказчиков – Газпром, Роснефть, Газпромнефть, Росатом и др. – завод участвует в программе импортозамещения. Специализируется на производстве дозирующих насосов, предназначенных для использования на станциях очистки сточных вод и водоподготовки. Компания предлагает оборудование, обеспечивающее точное и надежное дозирование химических реагентов и других веществ в процессах очистки и подготовки воды [8].

- ЗАО «ГИДРОГАЗ» – российское машиностроительное предприятие с 1996 года выпускающее современное, эффективное, наукоёмкое, высокотехнологичное оборудование [5]. Завод расположен в Воронеже, производит более 1400 наименований продукции, включая насосы, запорную и регулируемую арматуру, оборудование для хранения химикатов, а также установки и комплексы различного назначения. Одним из ключевых направлений их деятельности является производство оборудования для очистки воды, включая ионообменные установки, системы обратного осмоса, электродеионизации и ультрафильтрации. Эти технологии обеспечивают высокое качество очищенной воды. ЗАО «Гидрогаз» специализируется на разработке и изготовлении центробежных насосных агрегатов с различными типами контактных уплотнений и насосов герметичного типа с магнитными муфтами, запорно-регулирующей арматуры, блочно-модульных комплексов, мини производств химического синтеза и водоподготовки. На предприятии реализуется замкнутый цикл создания продукции от проектирования и подготовки производства до сборки и испытаний на стендовой базе предприятия, которая не имеет аналогов в стране и ближнем зарубежье [9].

- АО «ГМС Ливгидромаш» (ОАО «ГМС Насосы») – завод насосного оборудования, расположенный в городе Ливны Орловской области [6]. АО «ГМС Ливгидромаш» (до 07.07.2014 – ОАО «ГМС Насосы», до 26.08.2010 – ОАО «Ливгидромаш») более семидесяти лет является одним из крупнейших на территории России производителей насосного оборудования. Предприятие производит более 1000 типоразмеров промышленных и бытовых насосов. География поставок охватывает большинство регионов России и более чем 30 стран мира. Мощная производственная база, активная инновационная деятельность, качество и надежность выпускаемого оборудования, развитая сервисная сеть позволили этому предприятию занять одну из лидирующих позиций в области отечественного насосостроения. С 2005 года компания входит в структуру крупного машиностроительного и инжинирингового холдинга АО «Группа ГМС». Завод специализируется на производстве насосного оборудования и предоставляет широкий ассортимент насосов для различных отраслей промышленности, включая водоснабжение, водоотведение и отопление [10].

● ЗАО «Ридан» – ведущий производитель и поставщик теплообменного оборудования в России [11]. Производственный комплекс компании находится в городе Дзержинске Нижегородской области.

Отметим, что это лишь часть предприятий, которые в настоящее время занимаются производством насосного оборудования в России, замещая тем самым импортные компании энергоэффективным современным оборудованием отечественного производства [12, 13].

Из проведенного исследования видно, что насосы отечественных производителей даже более выгодны, что существенно сокращает затраты на техническое обслуживание и эксплуатацию оборудования, даже при полной либо частичной замене.

Выводы. В заключении можно сделать вывод, что импортозамещение насосного оборудования является не только возможным, но и зачастую экономически оправданным шагом. Использование отечественного оборудования помогает снизить зависимость от зарубежных поставок и минимизировать риски, связанные с изменениями в логистике и санкционным давлением. Это особенно актуально в современных условиях, когда эффективность и гибкость в обеспечении энергией жизненно необходимы.

При дефиците или высокой потребности производство насосного оборудования для строительства и жилищно-коммунального хозяйства также возможно нарастить за счет компаний-производителей насосов для химической и нефтяной промышленности.

Таким образом, возможность замены иностранного оборудования существует и не только поддерживает национальную промышленность, но и обеспечивает надежность и устойчивость систем теплоснабжения в долгосрочной перспективе.

Библиографический список

1. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации. Федер. закон [принят Гос. Думой 23.11.2009] // Собрание законодательства РФ. 2009. (ред. от 14.07.2022). №261. С. 25–30.
2. Коровкина А.И., Колосова Н.В. Корпоративные инновации как способ инновационного развития страны // Цифровая и отраслевая экономика. 2021. № 3 (24). С. 37–40.
3. Гладышева Т.Ю., Петрикеева Н.А. Основные направления реконструкции инженерных систем зданий и сооружений // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2016. № 2 (23). С. 14–21.
4. Турк В.И., Минаев А.В., Карелин В.Я. Насосы и насосные станции. М.: Стройиздат, 2014, 296 с.
5. Каталог по производителям – Центральная Насосная Компания [Электронный ресурс]. URL: <https://mnkom.ru/manufacturers/avert/> (дата обращения: 28.09.2024).
6. АДЛ – Разработка, производство и поставки оборудования для инженерных систем [Электронный ресурс]. URL: <https://adl.ru/> (дата обращения: 28.09.2024).
7. ЗАО НПП «Адонис» – Машиностроение Пермского края [Электронный ресурс]. URL: <https://prompermkrai.ru/catalog/mashinostroenie/npp-adonis/> (дата обращения: 25.08.2024).
8. Дозировочные насосы и установки [Электронный ресурс]. URL: <https://areopag-spb.ru/> (дата обращения: 11.09.2024).
9. Газогидрогаз [Электронный ресурс]. URL: <https://hydrogas.ru/> (дата обращения: 11.09.2024).
10. ГМС Ливгидромаш [Электронный ресурс]. URL: <https://www.hms-livgidromash.ru/> (дата обращения: 29.09.2024).
11. Ридан – Данфосс Россия [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ridan-russian.com/> (дата обращения: 20.12.2024).
12. СТО НОСТРОЙ 2.15.3-2011. Инженерные сети зданий и сооружений внутренние. Устройство систем отопления, горячего и холодного водоснабжения. Общие технические требования. М.: ООО ИИП АВОК-ПРЕСС, 2011. 43 с.
13. Серикова И.А. Пути повышения автоматизации и эффективности организации строительства с привлечением современных систем теледиспетчеризации // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2024. №4 (37). С. 28–34.

Для цитирования: Брунько В.М., Серикова И.А., Петрикеева Н.А. Импортозамещение насосного оборудования современным оборудованием отечественного производства // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2025. №1 (38). С. 23–26.

УДК 621.56: 351.778.34

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Н. В. Колосова, А. И. Коровкина

*Воронежский государственный технический университет**Н. В. Колосова, канд. экон. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(952)555-56-90, e-mail: nkolosova@cchgeu.ru**А. И. Коровкина, канд. экон. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)207-22-20, e-mail: akorovkina@cchgeu.ru*

Постановка задачи. Отложения, образующиеся на поверхностях нагрева теплообменных аппаратов, значительно снижают эффективность теплообмена. В пластинчатых теплообменниках коэффициенты теплопередачи обычно в 2–2,5 раза выше по сравнению с другими типами аппаратов, поэтому влияние отложений значительно для процесса. Важную роль в разработке мероприятий по предотвращению образования отложений играет организация надежных и эффективных способов обработки воды и очистки поверхностей теплообмена. Нашей задачей является классификация самых распространенных методов обработки воды и борьбы с отложениями с выявлением основных достоинств и недостатков каждого.

Результаты. При выборе конструкции теплообменного аппарата необходимо учитывать энергоемкость процесса теплообмена при работе. Для эффективности данного процесса необходимо в период эксплуатации теплообменных аппаратов проводить своевременную и регулярную очистку воды и поверхности теплообмена. В данном материале мы систематизировали основные способы очистки.

Выводы. Образование слоя отложений на поверхностях теплообменных аппаратов вызывает ряд нежелательных явлений: уменьшение тепловой производительности, изменения гидравлических параметров в сторону их увеличения и, как следствие, рост энергозатрат на работу перекачивающего оборудования и коррозионных процессов, а также увеличение площади поверхности теплообмена и конструктивных особенностей теплообменного аппарата.

Ключевые слова: очистка, теплообменный аппарат, отложения, рабочая среда, поверхность нагрева.

Введение. Для бесперебойной и качественной работы теплообменного аппарата с максимальной величиной теплоотдачи необходимо своевременно осуществлять его техническое обслуживание. В комплекс этих работ входит разборка аппарата, очистка элементов от отложений, замена изношенных деталей и пластин с дефектами, его сборка и проверка герметичности системы.

В трактах движения теплообменных аппаратов чаще всего движется вода, которая может содержать разнообразные примеси, химические элементы, такие как NaCl, Na₂SO₄, MgSO₄, Fe(HCO₃)₂, H₂CO₃. Основными показателями воды, характеризующими ее накипеобразующие и коррозионные свойства, являются общие жесткость и щелочность, водородный показатель pH, индекс стабильности [1, 2].

В ходе ежегодных наблюдений было выявлено, что вследствие высокой жесткости водопроводной воды при ее подогреве за один год может образовываться слой отложений толщиной до 1,5 мм. В процессе эксплуатации теплообменных аппаратов на их поверхности образуются различные отложения, поэтому важно не только оценить толщину слоя отложения, но и иметь данные о возможности появления твердой фазы и скорости ее роста.

Поверхность теплообмена считается загрязненной, когда на ней скапливается значительное количество отложений, способствующих снижению теплопередачи. Отложения представляют собой мелкодисперсные твердые взвеси или равномерно расположенный налет на поверхности. Изменение поверхности нагрева из-за образовавшихся неравномерных слоев отложений приводит к изменению первоначального процесса теплообмена и его составляющих. В этой связи для придания процессу первоначальных условий необходимо увеличивать площадь теплообмена, что влечет изменение габаритных размеров теплообменного аппарата [3, 4].

Загрязнения могут образовываться как непосредственно внутри теплообменного аппарата, так и вноситься в него извне. Однако степень осаждения твердых частиц к поверхности теплообмена зависит от характера материала, его структуры и шероховатости только в начальный момент, когда поверхность чистая. Уже при незначительных образованиях рыхлых отложений на поверхности пластин твердые частицы начинают прилипать к поверхности, создавая дополнительные центры кристаллизации [5, 6].

В пограничном слое, где вода нагревается почти до температуры стенки, происходят основные процессы нарушения равновесия в воде: образование нерастворимых химических элементов.

1. Химический контроль качества воды. Важную роль в разработке мероприятий по предотвращению образования отложений играет организация надежного химического контроля основных показателей качества рабочей среды.

Обязательным условием работы над качеством воды являются следующие значения показателей:

- содержание ионов Ca и Mg более 4 мг-экв./л.;
- содержание Fe более 0,3 мг/л.;
- суммарное содержание хлоридов и сульфатов выше 50 мг/л.;
- индекс Ланжелье $J \geq 0,5$ [1].

Для уменьшения этих показателей пользуются реагентной и ионной обработкой воды. Существенными недостатками здесь являются оборудование больших габаритных размеров, существенные капитальные и эксплуатационные затраты.

Одним из возможных путей обработки воды являются безреагентные методы. Наибольшее распространение получили магнитный и ультразвуковой методы. Они не требуют емких сооружений, просты в эксплуатации.

При магнитном методе создают магнитное поле, через которое движется поток воды. Под воздействием магнитных полей вода меняет свои физико-химические показатели, которые уменьшают процесс образования накипи. В ходе данного процесса создаются образования, возникающие под воздействием магнитного поля, которые изменяют структуру воды, препятствуя образованию плотных отложений на поверхностях оборудования. Магнитная обработка способствует формированию мелкодисперсных частиц, которые, в свою очередь, снижают вероятность кристаллизации солей жесткости. В результате, вместо крупных и устойчивых накипных отложений, образуются легко удаляемые осадки, что значительно повышает эффективность работы систем теплообмена. Кроме того, такой метод обработки воды является экологически безопасным, так как не требует использования химических реагентов, что делает его особенно привлекательным для применения в промышленных и бытовых условиях [2, 5, 7].

Данный метод является наиболее эффективным если напряженность магнитного поля составляет $8 \cdot 10^4 - 12 \cdot 10^4$ А/м, а скорость движения рабочей среды не более 1,5 м/с.

При значительном содержании железа магнитная обработка применяется в сочетании с обезжелезиванием.

В качестве недостатка следует отметить, что жидкость, подвергнутая магнитной обработке, с течением времени теряет свои свойства, поэтому вся она должна подвергаться периодическому омагничиванию.

Широкое распространение в противонакипной обработке воды получил также ультразвуковой метод. Сущность этого метода заключается в том, что в водяном пространстве теплообменника возбуждаются ультразвуковые колебания с помощью магнитострикционных преобразователей, установленных на корпусе теплообменника. Накипеобразующие соли, находясь в рабочей среде во взвешенном состоянии, под действием ультразвуковых колебаний интенсивно кристаллизуется, агрегируются и выпадают в виде нерастворимого шлама, концентрируясь в нижней части теплообменного аппарата. Поэтому для предотвращения образования «вторичных» отложений необходимо по возможности проводить периодическое шламоудаление [1, 8].

Данный способ позволяет получить высокое качество воды. Однако он имеет и недостатки, к которым относят очень высокую цену оборудования и потребность в регулярном профессиональном обслуживании.

2. Механическая очистка теплообменных аппаратов. Несмотря на использование вышеперечисленных методов, окончательно избавиться от процесса образования нежелательных отложений невозможно.

Для некоторых типов теплообменников отложения толщиной 0,5 мм считаются предельно допустимыми. Фактическая периодичность чистки подогревателей должна определяться теплотехническими и гидравлическими показателями их работы, зависящими от конкретных условий эксплуатации. Необходимость проведения очистки теплообменника определяется увеличением его гидравлического сопротивления в 1,5 раза.

В период эксплуатации теплообменных аппаратов для контроля гидравлического сопротивления необходимо регулярно проводить снятия показателей манометров, установленных на входе в теплообменник и выходе из него и на перемычке между ступенями. Измерения следует проводить при максимальных расходах примерно через каждые три месяца эксплуатации [9, 10].

Для определения степени зарастания теплообменной поверхности и составления режимной карты необходимо проведение теплотехнических испытаний, по которым определяется периодичность их очистки [5].

При коэффициенте эксплуатационной эффективности $\beta=0,7$ требуется очистка поверхностей нагрева. Коэффициент эффективности можно определить как:

$$\beta = \frac{K_{cp}}{K_T},$$

где K_{cp} – фактический эксплуатационный коэффициент теплопередачи; K_T – теоретический коэффициент теплопередачи.

В дополнение к этим данным оценку отложений можно провести визуально при частичной разборке теплообменника, а также путем измерения объема трубок по объему заполняющей их воды.

Самыми распространенными являются механический и химический способы. При выборе рационального метода очистки воды необходимо учитывать ряд показателей, таких как физико-химический состав воды и отложений, тип и свойства материала, на котором образуются отложения [1, 11, 12].

Перед началом механической очистки необходимо выполнить разбор основных конструктивных элементов теплообменного аппарата, что усложняет процесс очистки. Этот факт можем отнести к недостаткам способа.

Широко применяется метод очистки с использованием разных типов режущего и режуще-скалывающего оборудования и инструментов. К ним можем отнести движущиеся наконечники, острые головки, очистные скребки, ерши и т.д. Движение этих элементов осуществляется за счет приводных элементов [12, 13]. К такому оборудованию можем отнести специально изобретенные трубоочистители.

Механическая очистка предусматривает использование разных типов гидрооборудования. В них движение очистного раствора идет за счет работы насосов. Данный метод очистки имеет простую конструкцию, отлично справляется с поставленными задачами, поэтому широко используется на практике.

3. Химическая очистка теплообменных аппаратов. Данный способ очистки позволяет отложениям распадаться, поглощаться или образовывать эмульсии.

Химическая очистка теплообменных аппаратов в некоторых случаях является единственно возможным способом очистки, так как имеются труднодоступные места в конструкции аппарата. Преимуществом данного способа является то, что разборки теплообменника не требуется, что значительно снижает время и трудоемкость проводимых работ. Однако имеются и отрицательные стороны, например, химические реагенты могут негативно воздействовать на материалы подогревателей, а особенно на уплотнительные и прокладочные. Несмотря на большое число различных химических очистителей, они в основном являются кислотами, щелочами, растворителями и комплексонами [1, 14, 15].

При выборе состава очистителя должен быть известен состав отложений, который определяется при вскрытии теплообменного аппарата. Для удаления отложений, состоящих только из карбонатов и окислов железа, чувствительных к значению водородного показателя, применяется ингибированная 5 % соляная кислота, а также сульфаминовая или конденсат низкомолекулярных кислот (НМК). Для удаления значительных отложений, состоящих из карбонатов и окислов железа, а также сложных отложений целесообразно применение соляной кислоты с предварительным щелочением растворами едкого натра, кальцинированной соды или их смеси. В ходе данных работ может образовываться пена, чтобы ее устранить необходимо использовать противовспениватели [1, 16].

При чистке отложений, содержащих кремний, в щелочной раствор, а также в соляную кислоту необходимо добавить фтористые соли аммония или натрия.

Одним из компонентов химических очистителей является серная кислота, однако в случае нахождения в отложениях соединения кальция серную кислоту применять нельзя.

Сульфаминовая кислота менее агрессивна, чем соляная, однако ее нельзя использовать для очистки поверхностей нагрева из медных сплавов [1, 17].

Широкое распространение получил метод отмывки отложений с помощью комплексонов, которые безопасны в обращении, удобны при транспортировке и хранении. Применение комплексонов позволяет практически полностью растворить отложения без образования нерастворимых частиц. На чистых поверхностях после отмывки наблюдается замедление процесса отложения, что связано с образованием на поверхности металла защитной пленки [1, 18–21].

Выводы. Теплообменный аппарат должен работать с высокой теплоэнергетической эффективностью. Чтобы это осуществить, необходимо обладать определенной величиной пропускной способности при заданном уровне гидравлических сопротивлений. В ходе эксплуатации данные условия нарушаются. Чтобы их восстановить, необходимо проводить регулярный комплекс мероприятий по очистке воды и дальнейшего слоя отложений. В зависимости от состава и химических характеристик среды, а также конструктивных особенностей теплообменного аппарата бывает достаточно использования одного из рассмотренных выше способов очистки, в некоторых случаях требуется проведение полного комплекса мероприятий. В данном материале были описаны все возможные способы с указанием их эксплуатационных достоинств и недостатков.

Библиографический список

1. Водоподготовка и водно-химические режимы в теплоэнергетике / Э. П. Гужулев, В. В. Шалай, В. И. Гриценко, М. А. Таран. Омск: Омский государственный технический университет, 2019. 372 с.
2. Сотникова О. А., Мелькумов В. Н. Теплоснабжение. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2009. 297 с.
3. Антикайн П. А., Аронович М. С., Бакластов А. М. Рекуперативные теплообменные аппараты: учеб. пособие. М.: Государственное энергетическое издательство, 1962. 232 с.
4. Колосова Н. В., Лапшина К. Н. Теплообмен между газожидкостной смесью и охлаждающим элементом в теплообменных аппаратах // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 2. С. 82–91.
5. Технологии очистки сточных вод: учебное электронное издание: учеб. пособие / Д. С. Дворецкий, Е. В. Хабарова, О. В. Зюзина [и др.]. Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2018. 82 с.
6. Колосова Н. В., Жогова С. Е., Рыжкова М. А. Применение пластинчатых теплообменных аппаратов для повышения энергоэффективности // Проблемы современной теплоэнергетики: сборник трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию специальности «Промышленная теплоэнергетика» в ЛГТУ, 70-летию Липецкой области и 90-летию Новолипецкого металлургического комбината. Казань, 2024. С. 368–374.
7. Методы борьбы с коррозией теплоэнергетического оборудования котельных и тепловых сетей в АПК / З. С. Гасанов, Н. В. Колосова, А. И. Коровкина, А. И. Калинина, М. А. Долбилова, Е. С. Аралов // Вопросы современной науки: проблемы, тенденции и перспективы (современный мир в условиях глобальной турбулентности): материалы VI Международной научно-практической конференции. Кемерово-Новокузнецк, 2022. С. 37–39.
8. Ищенко А. С., Сафонов Н. Е., Колосова Н. В. Повышение энергоэффективности тепловых пунктов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2021. № 3 (24). С. 6–10.
9. Беленко И. В., Петрикеева Н. А. Распределение полей скоростей в теплообменных аппаратах // Научная опора Воронежской области: сборник трудов победителей конкурса научно-исследовательских работ студентов и аспирантов ВГТУ по приоритетным направлениям развития науки и технологий. Воронеж, 2023. С. 263–266.
10. Николаев А. А. Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей. М.: Стандартиформ, 1985. 361 с.
11. СП 124.13330.2012 «СНиП 41-02-2003 Тепловые сети». М.: Минрегион России, 2012. 78 с.
12. Гасанов З. С., Горлова А. В., Харин С. О. Защита от коррозии в системах теплоснабжения // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2021. № 4 (25). С. 16–25.
13. Антикоррозионные покрытия трубопроводов / З. С. Гасанов, А. И. Коровкина, М. С. Кучмасов, И. С. Волков // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. № 1 (26). С. 28–35.
14. Оценка технического состояния тепловых сетей в РФ / Н. М. Попова, В. Е. Таран, Н. А. Петрикеева, Д. М. Чудинов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2021. № 1 (22). С. 16–21.
15. Реконструкция инженерного оборудования жилых зданий / О. А. Сотникова, Д. М. Чудинов, Н. А. Петрикеева, Н. М. Попова // Научно-технические проблемы совершенствования и развития систем газозенергоснабжения. 2018. № 1. С. 216–223.
16. Петрикеева Н. А., Лавлинская Е. А., Зыкова М. Ю. Аккумуляторы теплоты на фазовом переходе // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Студент и наука. 2015. № 8. С. 226–233.
17. Гладышева Т. Ю., Петрикеева Н. А. Основные направления реконструкции инженерных систем зданий и сооружений // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2016. № 2 (23). С. 14–21.
18. Китаев Д. Н., Тульская С. Г. Обоснование оптимальной компоновки экономайзера по техническим критериям // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2022. № 4 (23). С. 37–43.
19. Петрикеева Н. А., Турбин В. С., Сотникова О. А. Математическая модель процессов конденсации водяных паров на теплообменных поверхностях // Известия Тульского государственного университета. Серия: Строительство, архитектура и реставрация. 2006. № 10. С. 159–163.
20. Турбин В. С., Сотникова О. А., Петрикеева Н. А. Управление процессами тепло- и массообмена в напорных экономайзерах котельных агрегатов // Известия Тульского государственного университета. Серия: Строительство, архитектура и реставрация. 2006. № 9. С. 269.
21. Турбин В. С., Сотникова О. А., Петрикеева Н. А. Разработка математической модели тепломассообмена в напорных теплоутилизаторах // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2005. № 6. С. 79–82.

Для цитирования: Колосова Н. В., Коровкина А. И. Анализ методов очистки поверхностей теплообменных аппаратов систем теплоснабжения // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2025. №1 (38). С. 27–31.

УДК 697.341

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
С ЦЕЛЬЮ ВОЗМОЖНОСТИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ**

В. М. Брунько, А. И. Колосов, Г. С. Сериков

*Воронежский государственный технический университет**В. М. Брунько, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(911)059-80-03, e-mail: vladbruncko@gmail.com**А. И. Колосов, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)207-22-20, e-mail: akolosov@cchgeu.ru**Г. С. Сериков, канд. техн. наук, доц. кафедры конструирования и производства радиоаппаратуры**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(980)232-92-21, e-mail: georgy301212@gmail.com*

Постановка задачи. Надежное теплоснабжение многоквартирных домов играет важнейшую роль в обеспечении комфортного проживания и поддержании высокого качества жизни людей в условиях российского климата. Целью настоящего исследования является определение возможности и технико-экономическое обоснование замены импортного насосного оборудования на отечественные аналоги в составе блочно-модульного теплового пункта.

Результаты. Возможность замены импортного оборудования современным оборудованием отечественного производства не только существует, но и является энергоэффективным, и поддерживает отечественную промышленность. Отмечен имеющийся экономический эффект.

Выводы. Исследование показало, что отечественные насосы при правильном выборе моделей и их правильной конфигурации могут успешно заменить импортные аналоги, обеспечивая стабильную и эффективную работу индивидуального теплового пункта. Кроме того, использование отечественного оборудования помогает снизить зависимость от зарубежных поставок, что особенно актуально в настоящее время, когда эффективность и гибкость в обеспечении энергией необходимы.

Ключевые слова: теплоснабжение, импортозамещение, насосное оборудование, тепловые пункты, надёжность, энергоэффективность, потребители.

Введение. Санкционные ограничения затронули затронули все сферы жизнедеятельности и промышленности, в том числе жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ), где оборудование, в частности насосное, играет решающую роль в обеспечении стабильного тепло- и энергоснабжения. Современные требования надежности и безопасности к инженерным системам, кроме прочего, ставят задачи по оптимизации потребления ресурсов, то есть выполнение закона об ресурсоэнергосбережении. В большинстве регионов страны отопительный сезон длится более полугодя, и от бесперебойного теплоснабжения зависит не только комфорт, но и безопасность жителей этого региона. Также все коммунальные организации интересуют получение экономического эффекта [1, 2].

В ряде работ рассматривалась возможность замещения импортного оборудования отечественными аналогами: котельными установками, насосным оборудованием, комплектующими, датчиками и пр. В современных условиях появилось достаточно большое количество организаций, которые смогли укрепить свое положение на рынке оборудования. Рассмотрим данную ситуацию с импортозамещением в системе теплоснабжения для блочно-модульных тепловых пунктов [1, 2, 3].

1. Проблематика исследования. Целью исследования является проведение предварительного технико-экономического обоснования замены импортного насосного оборудования на отечественные аналоги в составе блочно-модульного теплового пункта (БМТП). Исследование проводится на примере реального объекта – многоквартирного жилого дома, оснащенного индивидуальным тепловым пунктом (ИТП).

Блочно-модульный тепловой пункт (БМТП) – это сложный инженерный объект, предназначенный для автоматического управления и распределения тепловой энергии в системах отопления, горячего водоснабжения и вентиляции. Основной задачей БМТП является обеспечение эффективного и стабильного теплоснабжения здания или группы зданий, адаптация параметров теплоносителя к потребностям конкретных объектов [4, 5].

Индивидуальный тепловой пункт состоит из отдельных модулей:

- БМТП/УУ (узел учета и ввода);
- БМТП/СО (модуль системы отопления);
- БМТП/ГВС (модуль системы горячего водоснабжения).

2. Тепломеханическое описание БМТП. Все тепломеханические решения в блочно-модульном тепловом пункте разработаны в соответствии с действующими стандартами и нормативными актами, в том числе СП 510.1325800 «Тепловые пункты и внутренние системы теплоснабжения», СП 124.13330 «Тепловые сети». Эти решения соответствуют экологическим, санитарно-гигиеническим, противопожарным и другим требованиям, действующим в Российской Федерации, и обеспечивают безопасную эксплуатацию объектов.

Комплекующие изделия и материалы, применяемые при устройстве теплового пункта, соответствуют требованиям стандартов, технических условий и подвергаются входному контролю. Трубопроводы, относящиеся к обвязке основного и вспомогательного оборудования теплового пункта, выполнены из стальных труб: ГОСТ 10704-91 для труб диаметром более DN50 мм и ГОСТ 3262-75 для труб меньшего диаметра. Трубопроводы прокладываются с креплением к раме установки [6, 7]. Температура на поверхности теплоизоляции не превышает 35 °С для трубопроводов с теплоносителем. В качестве теплоизоляционного материала используется Energoflex.

Тепломеханические решения БМТП/УУ (узла учёта и ввода).

Теплоноситель в тепловой пункт поступает из действующей теплосети.

Для стабилизации гидравлических режимов в наружных тепловых сетях и оптимизации работы регулирующих устройств в ИТП устанавливается регулятор давления прямого действия фирмы «Вогез».

Для автоматизированного учета количества тепловой энергии и теплоносителя, отпущенных источником теплоты, предусмотрен узел учета тепловой энергии и теплоносителя. Приборы узла ввода и учета регистрируют и контролируют параметры теплоносителя внутри системы. Монтаж данного оборудования осуществляется в соответствии с прилагающимися к ним паспортами [4, 8].

Узел учета на базе тепловычислителя ТВ7 фирмы «Термотроник» и расходомеров ПРЭМ, фирмы ЗАО «НПФ Теплоком».

Параметры теплоносителя в точке присоединения 95–70 °С. Общая тепловая нагрузка на вводе составляет $Q = 1347$ кВт, расход теплоносителя $G = 46,3$ м³/ч.

Тепломеханические решения БМТП/СО (модуля системы отопления).

Отпуск тепла в систему отопления осуществляется по независимой схеме через разборный теплообменный аппарат фирмы «Ридан» 743 кВт – 1шт.

Контроль и регулирование температуры теплоносителя в системах теплоснабжения осуществляется контроллером фирмы «Вогез» в комплекте с датчиками температуры и регулирующим клапаном фирмы «Теплосила» [9].

Для компенсации теплового расширения теплоносителя предусмотрен мембранный расширительный бак фирмы «Wester».

Для обеспечения циркуляции воды в системе отопления устанавливаются циркуляционные насосы фирмы «Wilо» – 2 шт. (1 основной, 1 резервный).

Заполнение контура системы отопления теплоносителем и их подпитка осуществляется из обратного трубопровода Т2. Для поддержания давления устанавливается подпиточный насос фирмы «Wilо» – 1 шт.

Для защиты оборудования системы отопления от превышения давления теплоносителя выше допустимого на трубопроводе Т22 устанавливается предохранительный клапан.

Параметры теплоносителя в контуре отопления 90–65 °С. Общая тепловая нагрузка системы отопления составляет $Q = 743$ кВт. Расчетный расход теплоносителя в системе отопления жилого дома – 24,9 м³/ч. Расчетный расход теплоносителя в системе отопления техподполья – 0,6 м³/ч.

Тепломеханические решения БМТП/ГВС (модуля горячего водоснабжения).

Горячее водоснабжение осуществляется по независимой схеме через разборный теплообменный аппарат фирмы «Ридан» 605 кВт – 1шт. [10].

Контроль и регулирование температуры теплоносителя в системах теплоснабжения осуществляется контроллером фирмы «Вогез» в комплекте с датчиками температуры и регулирующим клапаном фирмы «Теплосила».

Циркуляцию воды в контуре ГВС обеспечивают циркуляционные насосы фирмы «Wilо» – 2 шт. (1 основной, 1 резервный). Расход воды на циркуляцию, согласно техническому заданию, составляет 50 % от максимального расхода – 4,4 м³/ч.

Параметры теплоносителя в контуре горячего водоснабжения 65–75 °С. Расчетный расход теплоносителя — 8,7 м³/ч.

Заполнение контура системы модуля горячего водоснабжения осуществляется из контура холодного водоснабжения (трубопровод В1).

Учет потребления холодной воды из водопровода В1 осуществляется счетчиком холодной воды фирмы «ПК Прибор» [10].

3. Подбор отечественного аналога насосного оборудования. По исходным данным по проекту предусмотрены насосы компании «Wilо», для которых произведем подбор отечественного аналога.

Циркуляционный насос системы отопления – это устройство, предназначенное для обеспечения постоянного перемещения теплоносителя (обычно воды) по замкнутому контуру системы отопления. Он обеспечивает равномерное распределение тепла по всему зданию, обеспечивая эффективную работу радиаторов, полов с подогревом и других элементов системы отопления. Без циркуляционного насоса теплоноситель может застаиваться, что приводит к неравномерному прогреву помещений и снижению общей эффективности работы исследуемой системы.

Насос циркуляционный системы отопления имеет следующие параметры: $G=28,1$ м³/ч и $H=10$ м. В таблице 1 представлены некоторые технико-экономические характеристики насоса компании «Wilо» и его возможных аналогов [11–17].

Подпиточный насос системы отопления – это устройство, предназначенное для автоматического или ручного пополнения системы отопления теплоносителем, когда его уровень или давление падает ниже допустимого. Этот насос поддерживает необходимое давление в системе, обеспечивая ее стабильную и эффективную работу. Подпиточный насос особенно важен в закрытых системах отопления, где возможны утечки или испарение теплоносителя, что может привести к снижению давления и износу системы [18].

Насос подпиточный системы отопления имеет следующие параметры: $G=1,5$ м³/ч и $H=40$ м.

Таблица 1

Циркуляционный насос отопления

Характеристики	Wilo TOP-S 65/15 DM PN6/10	Ридан RWS 65-120FT	Unipump UPF3 65-120 300
1	2	3	4
Напряжение питания, В	380–420	210–240	380–420
Максимальная потребляемая мощность, Вт	1685	1300	1300
Максимальное рабочее давление, бар	10	10	10
Максимальный напор, м.вод.ст.	15	10	12
Максимальный расход Q_{\max} , м ³ /ч	51	48	43
Максимальная температура перекачиваемой жидкости, °С	130	110	110
Минимальная температура перекачиваемой жидкости, °С	минус 20	2	2
Номинальный диаметр, мм	65	65	65
Корпус (материал)	чугун	чугун	серый чугун
Цена, руб.	≈ 200 000	≈ 100 000	≈ 70 000

В таблице 2 представлены технико-экономические характеристики подпиточного насоса этой же компании и его аналогов [11–17].

Таблица 2

Подпиточный насос отопления

Характеристики	Wilo MHIL 105-E-3-400-50-2	Onis MH 2-6	INGIDRO HML 5-60T
1	2	3	4
Напряжение питания, В	210–240/ 380–420	380–420	380–420
Максимальная потребляемая мощность, Вт	210	750	1300
Максимальное рабочее давление, бар	16	10	10
Максимальный напор, м.вод.ст.	47	52	44
Максимальный расход Q_{\max} , м ³ /ч	3	4	5
Максимальная температура перекачиваемой жидкости, °С	40	68	70
Минимальная температура перекачиваемой жидкости, °С	минус 15	0	15
Корпус (материал)	серый чугун	нержавеющая сталь	нержавеющая сталь
Цена, руб.	≈ 50 000	≈ 20 000	≈ 40 000

Циркуляционный насос для системы горячего водоснабжения (ГВС) – это устройство, обеспечивающее постоянное движение горячей воды по трубопроводам системы. Его основная задача – поддерживать постоянную температуру горячей воды в распределительной сети, чтобы она была доступна практически мгновенно при открытии крана. Это позволяет избежать потери времени и воды в ожидании нагрева, повышая комфорт и энергоэффективность системы ГВС. Циркуляционный насос особенно важен в зданиях со значительной протяженностью трубопроводов, где без него вода в трубах из-за слабой циркуляции может остыть.

Насос циркуляционный системы ГВС имеет следующие параметры: $G=4,9 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $H=15 \text{ м}$. В таблице 3 представлены некоторые технико-экономические характеристики циркуляционного насоса компании «Wilо» и его возможных аналогов [11–17].

Таблица 3

Циркуляционный насос ГВС

Характеристики	Wilо MHIL 502-E-3-400-50-2	Onis MH 5-2	Vandjord VCM 4-2B A-R-A-A
1	2	3	4
Напряжение питания, В	380–420	380–420	380–420
Максимальная потребляемая мощность, Вт	550	370	370
Максимальное рабочее давление, бар	16	10	10
Максимальный напор, м.вод.ст.	21	18,5	19,3
Максимальный расход Q_{max} , $\text{м}^3/\text{ч}$	8	6	7
Максимальная температура перекачиваемой жидкости, °С	90	68	90
Минимальная температура перекачиваемой жидкости, °С	минус 15	0	минус 15
Корпус (материал)	серый чугун	нержавеющая сталь	чугун
Цена, руб.	≈ 60 000	≈ 20 000	≈ 25 000

Из проведенного исследования видно, что насосы отечественных производителей совсем не уступают по характеристикам импортным вариантам, а с экономической точки зрения даже более выгодны, что существенно сокращает затраты на доставку, техническое обслуживание и эксплуатацию оборудования при полной либо частичной замене [19–21].

Выводы. Импортозамещение насосного оборудования в блочно-модульных тепловых пунктах для многоквартирных домов является не только возможным, но и экономически оправданным. Проведенное исследование показало, что отечественные насосы при правильном выборе моделей и их рациональной конфигурации могут успешно заменить импортные аналоги, обеспечивая стабильную и эффективную работу индивидуального теплового пункта.

Экономическая целесообразность такого перехода также подтверждается снижением затрат на приобретение, обслуживание и ремонт оборудования, а также возможностью более оперативного реагирования на любые технические неполадки, благодаря близости производителей и доступности запасных частей.

Библиографический список

1. Иващенко С.Ю., Колосова Н.В. Капитальный ремонт и замена запорной арматуры на системах теплогасоснабжения в рамках импортозамещения // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2024. № 2 (29). С. 19–27.
2. Ищенко А.С., Сафонов Н.Е., Колосова Н.В. Повышение энергоэффективности тепловых пунктов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2021. № 3 (24). С. 6–10.
3. Функционирование жилищно-коммунального хозяйства в период пандемии и перспектива его инновационного развития / А.И. Коровкина, Н.В. Колосова, З.С. Гасанов, А.Д. Голядкина // Проблемы развития современного общества: сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах. Под редакцией В.М. Кузьминой. Курск, 2022. С. 45–48.
4. Асташов Д.О., Старцев П.В., Петрикеева Н.А. От устаревшей элеваторной схемы индивидуальных тепловых пунктов к современным автоматизированным системам // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2024. №3(36). С. 11–15.
5. Сериков Г.С., Серикова И.А. Анализ систем термостабилизации литий-ионных тяговых батарей электромобилей // Сборник тезисов докладов Инновации в альтернативной энергетике: производство и накопление II Всероссийская конференция с международным участием. Дубна, 2024. С.125–128.
6. ГОСТ Р 54860-2011. Теплоснабжение зданий. Общие положения методики расчета энергопотребности и эффективности систем теплоснабжения. М.: Стандартинформ, 2012. 20 с.
7. Реконструкция инженерного оборудования жилых зданий / О.А. Сотникова, Д.М. Чудинов, Н.А. Петрикеева, Н.М. Попова // Научно-технические проблемы совершенствования и развития систем газотеплоснабжения. 2018. № 1. С. 216–223.
8. Цуканова О.С., Петрикеева Н.А. Проблема борьбы с шумом. История и основные направления развития методов снижения уровня шума // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2009. № 1 (1). С. 67–74.
9. Единая межведомственная информационно-статистическая система [Электронный ресурс]. URL: <https://fedstat.ru/indicators/search?searchText =Тепловые+сети – Потери тепловой энергии> (дата обращения: 19.03.2024).
10. Лобанов Д.В., Курасов И.С., Гребенюк П.М. Обследование системы отопления общежития с дальнейшими рекомендациями по ее реконструкции // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2024. №2 (35). С. 27–32.
11. АДЛ – Разработка, производство и поставки оборудования для инженерных систем [Электронный ресурс]. URL: <https://adl.ru/> (дата обращения: 28.09.2024).
12. Каталог по производителям – Центральная Насосная Компания [Электронный ресурс]. URL: <https://mnkom.ru/manufacturers/avert/> (дата обращения: 28.09.2024).
13. ЗАО НПП «Адонис» – Машиностроение Пермского края [Электронный ресурс]. URL: <https://prompermkrai.ru/catalog/mashinostroenie/npp-adonis/> (дата обращения: 25.08.2024).
14. Дозировочные насосы и установки [Электронный ресурс]. URL: <https://areopag-spb.ru/> (дата обращения: 11.09.2024).
15. Газогас [Электронный ресурс]. URL: <https://hydrogas.ru/> (дата обращения: 11.09.2024).
16. ГМС Ливгидромаш [Электронный ресурс]. URL: <https://www.hms-livgidromash.ru/> (дата обращения: 29.09.2024).
17. Ридан – Данфосс Россия [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ridan-russian.com/> (дата обращения: 20.12.2024).
18. Петрикеева Н.А., Чудинов Д.М. Цифровое моделирование и прогнозирование характеристик гидравлической сети // Актуальные проблемы строительной отрасли и образования – 2024: сборник докладов V Национальной научной конференции. Москва, 2025. С. 629–634.
19. Применение теории игр при принятии решения в выборе оптимального варианта в энергетических системах / Е.А. Копытина, Н.А. Петрикеева, Г.Н. Мартыненко, Д.М. Чудинов // Энергобезопасность и энергосбережение. 2020. № 4. С. 29–33.
20. Копытина Е.А., Петрикеева Н.А. Оптимизация стоимости доставки ресурсов при строительстве инженерных коммуникаций // В книге: ВМ. Проектирование. Строительство. Эксплуатация. Материалы Всероссийского форума. Под редакцией Д.К. Проскурина. 2018. С. 51–55.
21. Колосова Н.В., Дьяконенко Е.Л. Расчет экономического эффекта новой и заменяемой техники для нужд энергоснабжения // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2023. № 2 (31). С. 27–31.
Для цитирования: Брунько В.М., Колосов А.И., Сериков Г.С. Сравнительный анализ насосного оборудования с целью возможности импортозамещения // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2025. №1 (38). С. 32–37.

СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ, БАЗ И ХРАНИЛИЩ

УДК 621.64

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ПОДОГРЕВА ВЯЗКИХ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЦИСТЕРНАХ

В. Г. Бузуверова, А. С. Капустина, Н. В. Колосова

*Воронежский государственный технический университет**В. Г. Бузуверова студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(908)137-91-44, e-mail: viktorija.buzuverova@yandex.ru**А. С. Капустина студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(905)673-34-13, e-mail: ankapustina01@mail.ru**Н. В. Колосова, канд. экон. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)207-22-20, e-mail: nkolosova@cchgeu.ru*

Постановка задачи. Температура застывания темных нефтепродуктов не является постоянной, что приводит к необходимости искать новые эффективные и наиболее простые способы подогрева вязких нефтепродуктов в цистернах с целью их дальнейшей реализации. Данная работа необходима для выявления наиболее рационального, эффективного и экономичного способа слива нефтепродукта в холодный и переходный периоды года.

Результаты. Проведена оценка технологий слива высокозастывающих нефтепродуктов из железнодорожных цистерн и выявлены достоинства и недостатки каждой из них.

Выводы. Циркуляционный разогрев нефтепродуктов использует принцип совместного использования эффектов вынужденной и естественной конвекции, поэтому на данном жизненном цикле является одним из самых эффективных в своей области, хотя и имеет некоторые недостатки.

Ключевые слова: нефтепродукты, железнодорожные цистерны, подогрев, конвекция, вязкость, теплоотдача.

Введение. В железнодорожные цистерны налив высокозастывающих нефтепродуктов осуществляется в горячем состоянии, но при транспортировании происходит их остывание, которое может привести и к их застыванию. Это объясняется тем, что температура застывания темных нефтепродуктов не является величиной постоянной во времени. Она находится в зависимости от метода получения топлива, условий транспортирования и хранения. Учитывать это специфичное свойство остаточных топлив нужно, так как повышение температуры застывания при хранении и транспортировке приводит к трудностям при сливе и наливе, осложняет использование топлива после долгого хранения.

Слив вязких нефтепродуктов связан с долгим их разогревом и с большими затратами энергии, труда и денежных средств, что приводит к простоям цистерн. Целью исследования является анализ имеющихся методик слива высоковязких и высокозастывающих нефтепродуктов из железнодорожных цистерн [1].

Чтобы решить эту проблему, есть некоторые методики слива высоковязких нефтепродуктов, которые отличаются разными способами разогрева продукта. К таким методикам относят подогрев через стенки цистерны и подогрев внутри цистерны, а они в свою очередь подразделяются еще на несколько разновидностей.

1. Подогрев нефтепродукта через стенки цистерны. Анализируя литературные источники, мы можем выделить основные способы подогрева высокозастывающих нефтепродуктов и указать на их достоинства и недостатки. Одним из таких популярных способов подогрева через стенки цистерны считается подогрев жидкими теплоносителями (горячая вода, водяной пар, горячие газы, горячие нефтепродукты). Также источником выработки теплоты могут служить высокотемпературные органические теплоносители и электро- и инфракрасный подогрев [2]. Из всех перечисленных теплоносителей большее распространение при использовании технологии обогрева нефтепродукта снаружи цистерны получил пар, так как он имеет высокие показатели теплоотдачи. При работе не представляет пожарной опасности, а также обладает высокой эффективностью подогрева нефтепродукта в рассматриваемых резервуарах.

Существуют железнодорожные цистерны, оборудованные так называемыми «паровыми рубашками» соединенными с котлом цистерны [2, 3]. Данная конструкция за счет подачи пара за небольшой промежуток времени нагревает стенки цистерны до температуры выше 70 °С. Нагретый нефтепродукт опускается вниз к сливному отверстию, что не требует в дальнейшем ручной чистки стенок резервуара и уменьшает количество работающего персонала. Однако такие цистерны имеют повышенную массу за счет дополнительных устройств нагрева стационарных или съёмных тепловых камер, увеличивает трудоёмкость процесса и имеет огромные тепловые потери, вызванные отсутствием теплоизоляции, поэтому они не получили широкого распространения. Несмотря на все недостатки, этот способ является одним из самых используемых среди методов подогрева высоковязких нефтепродуктов через стенки цистерны.

Метод электроиндукционного подогрева мазута при сливе основан на создании вокруг цистерны переменного электромагнитного поля, для чего пропускают переменный ток. При этом в стенках цистерны индуцируемый ток нагревает стенку, тепло которой передается топливу. Плюсами электроиндукционного подогрева считаются полнота слива топлива, что позволяет обойтись без очистки цистерн, отсутствие обводнения топлива, усовершенствование условий труда обслуживающих работников, наименьший по сравнению с иными методами расход энергии при сливе [4]. Для выполнения данной операции необходимо провести комплекс подготовительных работ, на которые уходит довольно весомое время в зависимости от объёма цистерны. Недостатком конструктивного исполнения электроиндукционного метода подогрева считается присутствие значительного числа разъёмных контактов, поэтому он не получил широкого распространения.

Терморadiационный подогрев и электроподогрев распространения не получили, хоть и являются довольно эффективными способами в плане тепловой отдачи. Для подачи электрической энергии необходимо использовать соответствующие нагревательные элементы. Для достижения максимально эффективного результата теплоотдачи желательно располагать данные элементы в нижней части подогреваемой зоны. Для снижения потерь, как электрической, так и тепловой энергии, предпочтительнее все составляющие элементы данного процесса теплоизолировать специальными материалами. Недостатком при этом являются громоздкость конструкции и большая мощность, которая потребляется во время эксплуатации, а также значительные материальные затраты, необходимые для приобретения и установки нужных приборов.

Рассмотрим один из более современных способов подогрева нефтепродуктов в цистернах с помощью инфракрасного подогрева. Способ состоит в том, что поток инфракрасных лучей поглощается металлической поверхностью, превращается в тепловую энергию и нагревает нефтепродукт. Применение этого способа является самым экономным, так как нет потерь в окружающую среду от излучения вследствие того, что наружная сторона подогревателей не является теплопередающей. К сожалению данный способ на сегодняшний день не нашел широкого применения, так как для подбора эффективно работающей системы

инфракрасного излучения необходим точный инженерный расчет, который базируется на знании температуры нефтепродукта в момент слива [5, 6].

Проанализировав вышеописанные методы подогрева высоковязкого нефтепродукта через стенки цистерны, можно сделать вывод о том, что наиболее используемым способом является подогрев жидким теплоносителем, а именно с помощью водяного пара.

Обобщенные результаты проведенного анализа представлены на диаграмме (рис. 1).

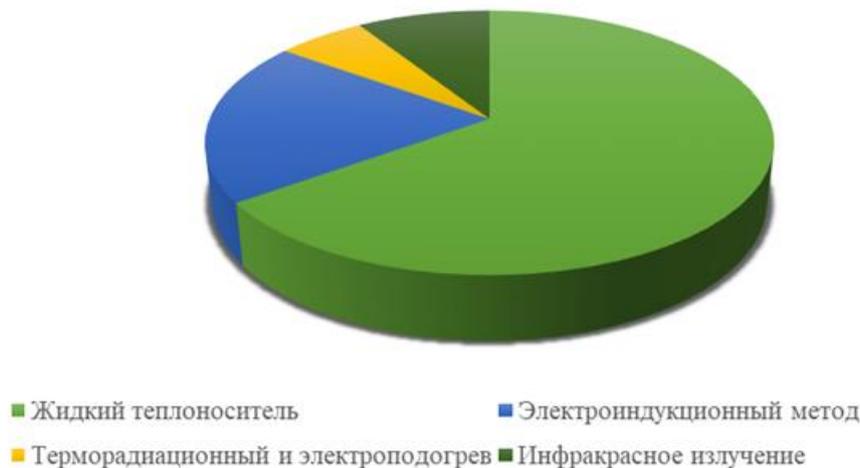


Рис. 1. Диаграмма частоты применения различных способов подогрева нефтепродукта снаружи цистерны

2. Подогрев нефтепродуктов внутри цистерны. Методы подогрева вязких нефтепродуктов в железнодорожных цистернах различаются большим многообразием, так как используются цистерны разных типов, а также применяются различные подогревающие приборы. Их можно классифицировать по трем основным типам в зависимости от приоритетной направленности вида конвективного теплообмена. Нагревание нефтепродукта происходит естественным путем или же принудительно, при этом возможно совместное участие в одном процессе вынужденной и естественной конвекции [2].

При подогреве мазута погружными трубчатыми подогревателями (секционными, змеевиками) или электрогрелками, наблюдается конвективный теплообмен в замкнутом объеме. Конвективные токи при подогреве нефтепродукта возникают снизу и обеспечивают его перемешивание, тем самым равномерность прогрева.

Если же говорить о естественной конвекции, то можно обнаружить следующие недостатки. Циркуляция среды неравномерна, зависит от плотности и температурного поля. Если нагретая поверхность расположена сверху, то циркуляция среды будет отсутствовать. Если нагретая поверхность расположена внизу, то будет наблюдаться циркуляция среды с чередованием восходящих и нисходящих потоков.

Методы слива, основанные на вынужденной конвекции нефтепродуктов, способны сократить время подогрева по сравнению со временем подогрева при естественной конвекции, но при этом признать их совершенными нельзя, так как с помощью имеющегося оборудования тяжело существенно увеличить интенсивность потоков нефтепродукта в цистерне.

Одновременное участие в процессе вынужденной и естественной конвекции при подогреве нефтепродуктов в цистернах нашло применение в совмещенных погружных насосах – пароподогревателях, расположенных непосредственно в цистерне. Принцип работы такого насоса заключается в том, что создаётся направленный поток нагретой жидкости по нижней образующей котла цистерны и одновременно подогревается

перекачиваемый продукт в потоке. Этот способ является очень эффективным, так как происходит интенсивная циркуляция жидкости в цистерне [2, 4].

Способ подогрева острым паром используется в тех случаях, когда обводнение разогреваемого нефтяного продукта не отражается на его качествах и допустим только в качестве исключения в аварийных ситуациях. Например, при сильном охлаждении топочных мазутов в результате сверхнормативной задержки цистерн в пути в условиях зимнего времени. Но и в данном случае использование «острого пара» ограничено, допустимо обводнение не более 1 %. Подогреватели состоят из трех труб, при этом боковые вогнуты так, что обеспечивается подвод пара и к торцевым частям цистерны. Подача пара регулируется вентилем, установленным на входном конце трубы.

Недостатком данного метода считается значительное обводнение разогреваемой жидкости конденсатом, что ограничивает область применения данного способа подогрева. Он практически используется лишь при сливе топочных мазутов и котельного топлива. Данный способ подогрева имеет большую продолжительность по времени и требует тяжелого ручного труда по очистке стенок цистерн.

Существует более усовершенствованный метод подогрева и слива мазута из железнодорожных цистерн, заключающийся в том, что сначала сливное устройство обогревают острым паром, открывают его и сразу с подогревом мазута производят слив основной массы нефтепродукта. Затем вместо пара в цистерну гидромонитором подают горячий мазут, подогревая и размывая остаток до полного удаления. При этом варианте было предложено вводить средства подогрева в цистерну не через верхний люк, а через нижний сливной, кроме того, метод не требует использования громоздких эстакад и ликвидируются операции по ручному вводу и извлечению средств подогрева из цистерн [4].

Большое распространение получил метод подогрева нефтепродуктов погружными электрогрелками. Они представляют собой нагреватели сопротивления, которые монтируются на цилиндрические изоляторы [5]. Чтобы защитить электрогрелку от механических повреждений, их помещают в кожух с прорезями для прохода нагреваемой жидкости. В целях безопасности аппаратуру и оборудование заземляют. Мощность электрогрелок составляет 50–70 кВт, что затрудняет их использование в связи со сложностью энергообеспечения процесса подогрева.

На рисунке 2 представлена схема раскладного электронагревателя конструкции В.П. Бекетова.

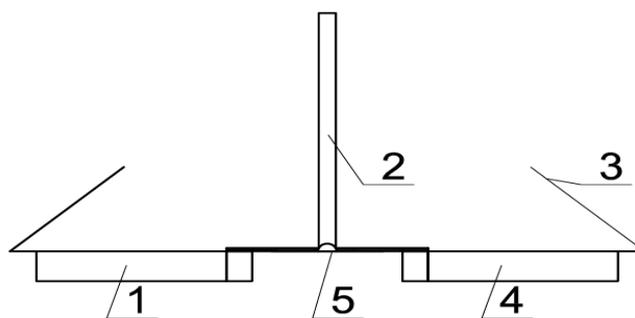


Рис. 2. Схематичное изображение раскладного электронагревателя конструкции В.П. Бекетова: 1, 4 – электронагреватель; 2, 3 – стальные тросы разного диаметра, 5 – шарнир

Для интенсификации процесса подогрева нефтепродукта используется подогрев погружными змеевиками при одновременном применении мешалок. Внедрение мешалок или гребных винтов для создания вынужденной конвекции жидкости относительно поверхности

подогревателя эффективнее способов, основанных на естественной конвекции жидкости в процессе подогрева. Однако, метод является малоэффективным из-за сложного конструктивного выполнения, процесса эксплуатации и завышенного расхода энергии на перемешивание при отсутствии организованных потоков жидкости внутри цистерны.

При подогреве цистерн с нефтепродуктами используется также метод виброподогрева. Жидкость разогревается с помощью специальных приборов – виброподогревателей. Они состоят из подогревателя и приводящего его в действие вибратора. Среди всех типов распространены паровые виброподогреватели. После ввода подогревателя в емкость, его закрепляют на люке цистерны. При помощи парового поршневого привода, секции подогревателя совершают колебательное перемещение с конкретной амплитудой и частотой. По сравнению с неподвижными подогревателями, пленка нефтепродуктов у поверхности подогрева в результате вибрации разрушается и коэффициент теплопередачи увеличивается в 15–20 раз [6]. Также существуют и другие конструкции виброподогревателей, которые работают за счет электрического тока. Этот метод, как и многие рассмотренные выше, не гарантирует равномерность разогрева жидкости во всём объёме цистерны, так как торцевые части находятся за пределами зоны действия подогревателей. Но даже при этом недостатке, он является популярным и довольно часто используется при транспортировке нефтяных продуктов [7].

В связи с тем, что обводнение мазутов не допустимо, для подогрева его перед сливом из цистерн имеют место быть использованы циркуляционные системы, в которых подогрев нефтепродуктов в цистернах выполняется предварительно нагретым до довольно высокой температуры продуктом. В настоящее время создано очень много способов циркуляционного разогрева. Один из методов заключается в следующем. Вязкая жидкость из цистерны сливается в теплообменник, где греется, а оттуда подогретая жидкость насосом через трубопровод и трубы-сопла подаётся в цистерну, из которой уже поступает в хранилища через коллектор самотёком либо с помощью насоса.

Другой способ циркуляционного разогрева для слива высоковязких товаров реализуется следующим образом. Перед сливом клапан сливного устройства цистерн разогревают острым паром, затем к сливному патрубку прикрепляют с помощью захватов головку сливного прибора и открывают клапан сливного устройства. Через телескопическую трубу, на которой смонтированы размывочные сопла, подаётся пар. Под его давлением сопловый наконечник выдвигается до клапана сливного устройства – начинается слив жидкости с одновременным её обогревом. Сопловый наконечник через телескопическую трубу подаётся в разогретый продукт после завершения слива основной массы, струи которого размывают остаток и подогревают его. После слива остатка и останова подачи в цистерну горячего продукта, сопловый наконечник под действием собственного веса приходит в начальное положение. Подогрев мазутов при сливе циркуляционным способом является наиболее дешевым по совокупности показателей, не зависимо от того, что по расходу пара он уступает подогреву стационарными змеевиками [2–4].

Проведя анализ существующих методов подогрева высоковязкого продукта внутри цистерны, можно сделать вывод о том, что способ циркуляционного разогрева и метод виброподогрева, описанные выше, являются наиболее используемыми и широко применяются на основной массе нефтебаз. Огромное значение для увеличения эффективности операций слива нефтепродуктов из железнодорожных цистерн имеет разработка подогрева. Слив исполняют двумя методами: после подготовительного подогрева и одновременно с подогревом. Как указывают различные источники по исследованию температурных полей вязких нефтепродуктов, в процессе подогрева в цистерне равномерный прогрев во всем объеме фактически не достигается. Результаты аналитической оценки существующих методов представлены на диаграмме (рис. 3).

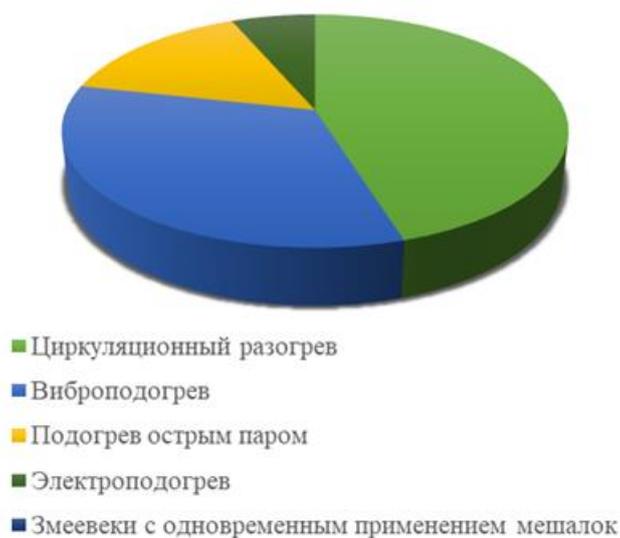


Рис. 3. Диаграмма используемости способов подогрева нефтепродуктов внутри цистерны

Выводы. Изучив существующие методы подогрева высоковязких нефтепродуктов в железнодорожных цистернах, можно сделать вывод о том, что на практике чаще используется подогрев внутри цистерны, а именно способ циркуляционного подогрева. Данный способ получил широкое распространение, так как является самым материально доступным и наиболее простым в использовании. Среди методов подогрева продуктов через стенки цистерны самым используемым методом является способ подогрева жидким теплоносителем, так как он является самым безопасным и наиболее экономичным в эксплуатации.

Развитие эффективных методов подогрева нефтепродуктов в цистернах позволит совершать слив темных нефтепродуктов с наименьшими потерями и сможет сэкономить время, затрачиваемое на разогревание продукта.

Библиографический список

1. Бохан А.Р., Петрикеева Н.А., Чудинов Д.М. Анализ расчетных значений потерь нефтепродуктов от «пассивных» манипуляций на резервуарах // Нефтяная столица: сборник материалов Шестого международного молодежного научно-практического форума. Москва, 2023. С. 46–47.
 2. Шарифуллин А.В., Байбекова Л.Р., Смердова С.Г. Сооружения и оборудование для хранения, транспортировки и отпуска нефтепродуктов: учеб. пособие. Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2011. 135 с.
 3. Комарова Т.А. Повышение эффективности слива вязких нефтепродуктов из железнодорожных цистерн: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.07: утв. 15.09.2003. СПб., 2003. 163 с.
 4. Технологическое оборудование для АЗС и нефтебаз: учеб. пособие / Ю.Н. Безбородов, О.Н. Петров, А.Н. Сокольников, А.Л. Фельдман. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015. 168 с.
 5. Феклистов А.Ю. Обзор патентов в области разогрева и слива нефтепродуктов из цистерн // Самарский гос. ун-т. путей сообщения. Деп. в ВИНТИ РАН. № 534-В2009. Самара, 2009. 63 с.
 6. Колосова Н.В., Кочура О.А., Плаксина Е.В. Расчет мощности электроподогрева технологического трубопровода для нефтепродуктов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2021. № 3 (24). С. 22–26.
 7. Тульская С.Г., Петрикеева Н.А., Чуйкин С.В. Экологическая безопасность окружающей среды при загрязнении нефтепродуктами // Наука и образование – 2019: материалы всероссийской научно-практической конференции. Мурманск, 2020. С. 251–257.
- Для цитирования:* Бузуверова В.Г., Капустина А.С., Колосова Н.В. Исследование способов подогрева вязких нефтепродуктов в железнодорожных цистернах // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2025. №1 (38). С. 40–45.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

УДК 621.315

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПТИЦЕЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ НА ОПОРАХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

К. Э. Хачирова, А. Д. Петрикеев

*Воронежский государственный технический университет**К. Э. Хачирова, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)207-22-20, e-mail: khachirova.2020@mail.ru**А. Д. Петрикеев, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(908)137-23-33, e-mail: petrikeeff@gmail.com*

Постановка задачи. Конструктивные элементы энергетических и электрических систем подвержены постоянному внешнему воздействию, одним из которых является воздействие птиц при миграции или посадке на провода и элементы линий электропередачи (ЛЭП). Это приводит к нарушению функционирования энергосистемы в целом, и к гибели значительного количества птиц. Одним из мероприятий по повышению безопасности систем является установка птицевозащитных устройств (ПЗУ) на опорах.

Результаты. Так как существующих способов снижения взаимных негативных последствий для птиц и систем энергосбережения немало, в работе проведен их анализ с выявлением рекомендуемых ограничений при использовании.

Выводы. Проведен анализ схемных решений птицевозащитных устройств. Выявлены основные типы, рекомендуемые места установки, температурный режим при использовании ПЗУ. Подтверждена их работоспособность и эффективность. Определено влияние внедрения конструкции в системы энергоснабжения.

Ключевые слова: опора, ЛЭП, птицевозащита, короткое замыкание, провода, миграция птиц, аварийная ситуация.

Введение. Возведение опоры высоковольтной линии электропередачи (ВЛЭП) – процесс трудоемкий, ответственный и дорогостоящий. Все элементы линии, включая арматуру и провода, должны работать четко, выполняя свои функции и обеспечивая безопасность и бесперебойность. Конструкция подвержена постоянному воздействию внешних факторов: климатическим факторам, стихийным бедствиям, физическим воздействиям, вандальным факторам, повышенным нагрузкам, физическому износу, воздействию животных и птиц и прочее.

Возникающие вследствие этого повреждения и короткие замыкания, которые происходят гораздо чаще чем хотелось бы, наносят значительный урон энергетике. Выезд аварийных бригад, работы по восстановлению системы – зачастую на высоте или под напряжением – добавляют дополнительных сложностей в и без того непростой процесс энергоснабжения. Бесперебойная работа энергосети в нормальном расчетном режиме является приоритетной задачей, поэтому мероприятия по обеспечению надежности и предотвращению аварийных ситуаций востребованы и актуальны [1, 2].

Рассмотрим один из факторов, негативно влияющих и на экологическую ситуацию, и на безопасность и бесперебойность работы систем ВЛЭП. Это процесс посадки птиц на провода и их столкновение с элементами ВЛЭП, находящимися под напряжением, во время миграции птичьих стай. Это приводит к образованию коротких замыканий и гибели птиц. Процесс негативный со всех ракурсов рассмотрения, поэтому существует ряд мероприятий, способствующих снижению этого воздействия. Речь пойдет про птицевозащитные устройства (ПЗУ), размещаемые на элементах ЛЭП. Прошло время, когда проектировщики или эксплуатирующие организации сомневались в целесообразности применения отдельных устройств и элементов защиты. Сейчас они заинтересованы в правильности эксплуатации дорогостоящих систем и комплексов, поэтому интерес к защитным устройствам возрастает [3]. В настоящее время в наличии имеется значительный арсенал средств по снижению вреда, причиняемого птицами, и, одновременно, защитой самих птиц от воздействия электрических сетей.

1. Методы защиты. Птицевозащитные устройства на опорах ЛЭП – это специальные конструкции, которые служат для предотвращения постоянных приземлений птиц на проводную часть и арматуру ЛЭП. Данные устройства популярны и широко используются на ЛЭП в пределах населенных пунктов, природных заповедников, рыболовных хозяйств и других местах, где наличие птиц может создать опасность для них самих и для электрооборудования. Методы защиты птиц от опасных для них факторов линий электропередач могут быть выбраны более эффективно в зависимости от месторасположения, окружающей среды, видов птиц, зон миграции и других факторов [4].

Рассмотрим активные и пассивные методы защиты.

1. Активные методы защиты птиц (отпугиватели).

– Применение ультразвуковых устройств, которые излучают звуковые частоты. Они не слышны для человека, но раздражающие для птиц. Такой метод может быть эффективен на небольших расстояниях и в тех местах, где требуется отвлечение внимания птиц от потенциально опасных или ответственных участков.

– Использование оптических маяков, они создают визуальные эффекты, такие как мерцание света, чередование бликов или структуры, которые могут отпугивать птиц. Применяются как самостоятельно, так и в сочетании с другими методами.

– Применение имитаторов хищников. Эти устройства имитируют звуки или облик хищников, действуют на птиц так, что они избегают опасные зоны. Этот метод может быть эффективен в случаях, когда птицы испытывают страх перед хищниками.

2. Пассивные методы защиты птиц.

– Установка изоляторов на опоры или провода помогает предотвратить перенос тока на птиц. Этот метод можно применять в качестве мероприятия по уменьшению риска удара током птиц.

– Перенаправление токовых напряжений по другим направлениям с помощью специальных отводов, минуя птиц.

– Предусмотрение физических барьеров и преград с целью перекрытия доступа птицам в опасную зону. Этот метод применяют, когда опасные участки не могут быть исключены.

Среди наиболее эффективных птицевозащитных устройств на опоре ЛЭП можно выделить следующие:

1. Изоляторы с защитными козырьками – это конструкции, добавляемые к изоляторам, которые создают «козырек» над проводами или изоляторами для предотвращения посадок птиц и контакта с электрическими деталями.

2. Установка специальных конструкций, напоминающих каркас птичьего хищника, над проводами.

3. Установка специальных шипов или проводов с меньшим электрическим зарядом с целью предотвращения посадки.

4. Применение световых маячков или маркеров.

Это существенно помогает избежать коротких замыканий вследствие этого, гибели птиц и получения травм людьми [1, 3, 5].

2. Типы птицезащитных устройств. Рассмотрим основные типы ПЗУ более подробно. Выделяют несколько их основных типов [4]:

- изолирующий;
- антиприсадочный;
- насестный;
- гнездообразующий;
- барьерный;
- маркерный.

Рассматриваемые устройства могут эксплуатироваться в довольно широком диапазоне температур окружающего воздуха от минус 60 °С до плюс 50 °С. Имеют высотные ограничения до 1 км над уровнем моря. Районирование с допустимой степенью загрязнения 1–4 при их использовании. Районирование по ветру и гололеду с 1 по 7. Конструктивно ПЗУ должно исключать скопление пыли, грязи и воды, быть стойким к ультрафиолетовому излучению. Это общие требования, обеспечивающие заявленную эффективность устройств.

1. Изолирующий тип (рис.1а). Чаще всего используется для предохранения отдельных элементов коммутационного оборудования, расположенного на мачтах и специальных опорах. Это кожух из защитного материала с электроизоляционными свойствами, который предотвращает соприкосновение птиц и с заземленными элементами и с элементами сети или оборудования под напряжением. Обычно защита этого типа выполняет функцию дополнительной изоляции открытых элементов под напряжением и устанавливается на сами токопроводящие части системы. Непосредственное назначение – препятствуют прямому контакту.

2. Антиприсадочный тип (рис.1б). Исходя из названия, защищает от непосредственной посадки на открытые части или элементы траверс (чаще анкерного или поддерживающего типа). Для изготовления используют атмосферостойкие, коррозионностойкие и устойчивые к ультрафиолету материалы. В широком применении известны как «Ежи» и «Веера».

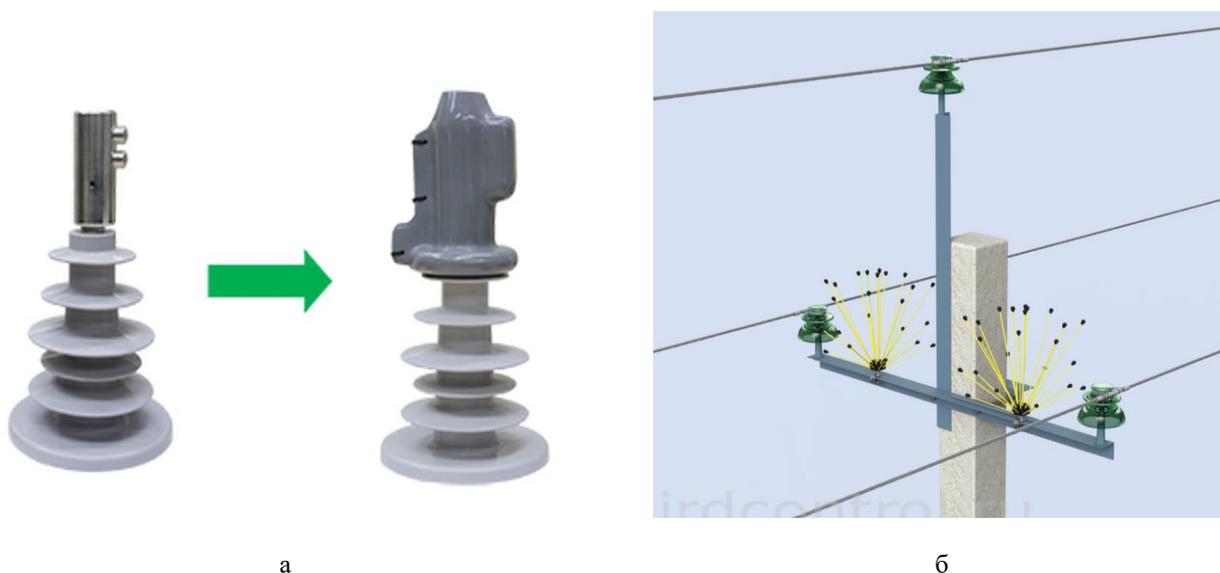
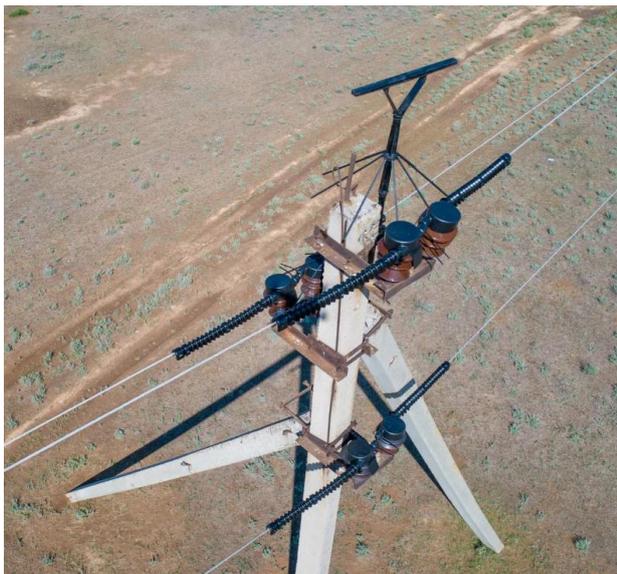


Рис. 1. Примеры ПЗУ: а – изолирующего типа; б – антиприсадочного типа

Оградительные элементы изготавливаются из диэлектрических материалов, а их конструкция исключает возможность травмирования птиц, что обеспечивается отсутствием острых колющих и режущих кромок. На концах упругих лучей выполнены закруглённые наконечники, также отвечающие за травмобезопасность птиц. Крепление устройства осуществляется при помощи специального болтового кронштейна на горизонтальное или вертикальное ребро траверсы. Непосредственное назначение – препятствуют посадке.

3. Насестный тип (рис.2а). ПЗУ-Н-НСТ1 или в простонародье «Присада» – предназначено специально для безопасной посадки птиц на ЛЭП, тем самым отвлекая птиц от потенциально опасных мест на электроустановках. Это сборное устройство из диэлектрика, стойкое к атмосферным воздействиям, физико-механическим нагрузкам (ветровым, гололедно-ветровым, воздействиям крупных птиц), птичьему помёту. Модель рассчитана на крупных и малых птиц. Непосредственное назначение – создают специальные условия и зоны для безопасной посадки.

4. Гнездообразующий тип (рис.2б). ПЗУ-Г-ГНД – предназначено для создания на опорах воздушных линий электропередачи безопасных площадок для постройки птицами гнёзд. Устройство создаёт площадку для гнезда круглой формы диаметром 1000 мм и обеспечивает вертикальное расстояние до 780 мм между площадкой для гнезда и верхней точкой опоры, на которой закреплено. Непосредственное назначение – создают специальные места и площадки для гнездования.



а



б

Рис. 2. Примеры ПЗУ: а – насестного типа; б – гнездообразующего типа

5. Барьерный тип (рис.3а). ПЗУ-В – птицезащитное устройство барьерного типа, предназначенное для защиты изолирующих подвесок проводов в виде гирлянд стеклянных изоляторов или полимерных изоляторов от загрязнения и прямого перекрытия продуктами жизнедеятельности птиц. Непосредственное назначение – создают барьер для продуктов жизнедеятельности, выступая накопителями.

6. Маркерный тип (рис.3б). Улучшают визуализацию объекта (тросов и проводов) во время миграции птиц, единичных полетов. Также устройства удобны и для персонала обслуживающей высотной техники, пилотов малой авиации и беспилотных летательных аппаратов с функцией видеокамеры. Соответствуют требованиям СТО 34.01-2.2-011-2015

ПАО «Россети», а также ИКАО. Непосредственное назначение – улучшают видимость объекта и предотвращают столкновение с ним.



Рис. 3. Примеры ПЗУ: а – барьерного типа; б – маркерного типа

Из сравнения различных типов птицезащитных устройств, применяемых для опор линий электропередачи, можно сделать вывод о их разнообразии и целенаправленности в предотвращении различных опасных ситуаций при контакте птиц с элементами линейных сооружений [4, 6, 7].

Выводы. Каждый тип ПЗУ выполняет свою уникальную функцию в обеспечении безопасности для птиц и оборудования на линиях электропередачи, учитывая их поведение и особенности. В сочетании они создают комплексную систему защиты, которая способствует сохранению животного мира и эффективной работе электросетей.

Библиографический список

1. Оптимизация работы энергосистем. определение вероятного ущерба от перерывов энергоснабжения / Куликова Е.А., Попова Н.М., Коротких Н.В., Петрикеева Н.А. // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2018. № 4 (13). С. 29–36.
 2. Беленко И.В., Скляров К.А., Петрикеева Н.А. Надежность работы тепловых электрических станций // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. № 4 (29). С. 40–45.
 3. Кожухов Р.О., Петрикеева Н.А. Экологические аспекты при передаче высоковольтной электрической энергии // Инженерные системы и сооружения. 2015. № 2 (19). С. 47–51.
 4. Птицезащитные устройства и средства визуализации ВЛ [Электронный ресурс]. URL: https://plprus.ru/wp-content/uploads/2022/01/Katalog_PLP_PZU_2021-2.pdf (дата обращения: 16.07.2024).
 5. Влияние воздушных линий переменного тока на стальные трубопроводы / Пискунков А.А., Копытина Е.А., Чудинова П.А., Петрикеева Н.А. // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2019. № 3 (16). С. 42–46.
 6. Применение теории игр при принятии решения в выборе оптимального варианта в энергетических системах / Е.А. Копытина, Н.А. Петрикеева, Г.Н. Мартыненко, Д.М. Чудинов // Энергобезопасность и энергосбережение. 2020. № 4. С. 29–33.
 7. Проблемы и перспективы развития теплоэнергетики города Воронежа / П.В. Старцев, А.Н. Давыдов, Н.А. Петрикеева, Д.О. Бугаевский // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2024. № 3 (36). С. 16–23.
- Для цитирования: Хачирова К.Э., Петрикеев А.Д. Анализ применения различных типов птицезащитных устройств на опорах линий электропередачи // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2025. №1(38). С. 44–48.

ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

Уважаемые авторы, пожалуйста, строго следуйте правилам написания и оформления статей для опубликования в журнале «Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации».

1. Изложение материала должно быть ясным, логически выстроенным. Обязательными структурными элементами статьи являются *Введение* (~0,5 страницы) и *Выводы* (~0,5 страницы), другие логические элементы (пункты и, возможно, подпункты), которые следует выделять в качестве заголовков.

1.1. *Введение* предполагает:

- обоснование актуальности исследования;
- анализ последних публикаций, в которых начато решение исследуемой в статье задачи (проблемы) и на которые опирается автор в своей работе;
- выделение ранее не решенных частей общей задачи (проблемы);
- формулирование цели исследования (постановка задачи).

1.2. Основной текст статьи необходимо структурировать, выделив логические элементы заголовками (например, «Анализ характера разрушения опытных образцов...», «Расчет прочности тела фундамента»). В основном тексте рекомендуется выделение не менее двух пунктов (разделов).

1.3. Завершить изложение необходимо *Выводами*, в которых следует указать, в чем заключается научная новизна изложенных в статье результатов исследования («Впервые определено/рассчитано...», «Нами установлено...», «Полученные нами результаты подтвердили/опровергли...»).

1.4. Оригинальность научной работы должна составлять не менее 75 %, при этом величина цитирования и самоцитирования в это значение не входят.

2. Особое внимание следует уделить аннотации: она должна в сжатой форме отражать содержание статьи. Логически аннотация, как и сам текст статьи, делится на три части - *Постановка задачи* (или *Состояние проблемы*), *Результаты*, *Выводы*, которые также выделяются заголовками. Каждая из этих частей в краткой форме передает содержание соответствующих частей текста - введения, основного текста и выводов. Аннотация приводится сразу после информации об авторах.

Требуемый объем аннотации – 7÷10 строк, набранных шрифтом высотой 10 пт. Отступ справа и слева – 1 см, выравнивание по ширине.

3. Обязательно указание мест работы всех авторов, их должностей, контактной информации (сведения об авторах приводятся в начале статьи шрифтом высотой 10 пт.).

4. Объем статьи должен составлять не менее 4 и не более 10 страниц формата А 4. Поля слева и справа – по 2 см, снизу и сверху – по 2,5 см.

5. Обязательным элементом статьи является индекс УДК, который приводится перед заглавием.

6. Ключевые слова, расположенные в тексте после аннотации, приводятся шрифтом высотой 10 пунктов и помогают в поиске материала статьи в сети Интернет.

7. Для основного текста используйте шрифт Times New Roman высотой 12 пунктов с одинарным интервалом. Не используйте какой-либо другой шрифт. Для обеспечения однородности стиля не используйте курсив, а также не подчеркивайте текст. Отступ первой строки абзаца – 1 см.

8. Графики, рисунки и фотографии монтируются в тексте после первого упоминания о них. Название иллюстраций (10 пт., обычный) дается под ними после слова Рис. с порядковым номером (10 пт., полужирный). Если рисунок в тексте один, номер не ставится.

Все рисунки и фотографии желательно представлять в цветном варианте; они должны иметь хороший контраст и разрешение не менее 300 dpi. Избегайте тонких линий в графиках (толщина линий должна быть не менее 0,2 мм). Рисунки в виде ксерокопий из книг и журналов, а также плохо отсканированные не принимаются.

9. Слово «Таблица» с порядковым номером размещается по правому краю. На следующей строке приводится название таблицы (выравнивание по центру без отступа) без точки в конце. Единственная в статье таблица не нумеруется.

10. На первой странице внизу также обязательным элементом является указание авторского знака © с перечислением ФИО всех авторов и года издания статьи.

11. Используемые в работе термины, единицы измерения и условные обозначения должны быть общепринятыми. Все употребляемые автором обозначения и аббревиатуры должны быть определены при их первом появлении в тексте.

12. Все латинские обозначения набираются курсивом, названия функций (sin, cos, exp) и греческие буквы - обычным (прямым) шрифтом. Все формулы должны быть набраны только в редакторе формул MathType. Расположение формулы по центру, нумерация по правому краю. Пояснения к формулам (экспликация) должны быть набраны в подбор (без использования красной строки).

13. Ссылки на литературные источники в тексте заключаются в квадратные скобки [1]. Библиографический список приводится после текста статьи на русском языке в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5-2008. Список источников приводится в алфавитном порядке или по порядку их упоминания в тексте.

14. Статьи представляются в электронном и отпечатанном виде, печатный экземпляр должен быть подписан всеми авторами.

15. Редакция обеспечивает рецензирование статей. Статья рецензируется не более двух раз, после повторной отрицательной рецензии статья отклоняется.

16. Для публикации статьи необходимо заполнить и выслать на адрес редакции сопроводительное письмо (шаблон письма размещен на сайте журнала <http://journal-gik.wmsite.ru>).

17. Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения текста рукописи.

18. Редакция поддерживает связь с авторами преимущественно через электронную почту – будьте внимательны, указывая адрес для переписки.

19. Представляя рукопись в редакцию, автор гарантирует, что:

– он не публиковал и не будет публиковать статью в объеме более 50 % в других печатных и (или) электронных изданиях, кроме публикации статьи в виде препринта;

– статья содержит все предусмотренные действующим законодательством об авторском праве ссылки на цитируемых авторов и издания, а также используемые в статье результаты и факты, полученные другими авторами или организациями;

– статья не включает материалы, не подлежащие опубликованию в открытой печати, в соответствии с действующими нормативными актами.

Автор согласен с тем, что редакция журнала имеет право:

– предоставлять материалы научных статей в российские и зарубежные организации, обеспечивающие индексы научного цитирования;

– производить сокращения и редакционные изменения текста рукописи;

– допечатывать тираж журнала со статьей автора, размещать в СМИ предварительную и рекламную информацию о предстоящей публикации статьи и вышедших в свет журналах.

20. Рукописи статей авторам не возвращаются (даже в случае отказа в публикации) и вознаграждение (гонорар) за опубликованные статьи не выплачивается.