

**ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО  
ИНФРАСТРУКТУРА  
КОММУНИКАЦИИ**

**Выпуск № 2(39) 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](mailto: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 № 2(39)**

**Июнь, 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 30.06.2025. Усл. печ. л. 6,16. Формат 60×84/8. Тираж 25 экз. Заказ № 122.

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

<b>ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ.....</b>	<b>6</b>
<i>Вайтенс А. Г., Гришина Т. В.</i> Возможности применения концепции «мягкого туризма» на примере развития новых приморских территорий .....	6
<i>Жидко Е. А., Картавцева А. Ю.</i> Градостроительные аспекты, обеспечивающие экологическую безопасность размещения полигонов твердых бытовых отходов .....	11
<i>Хабарова И. А., Хабаров Д. А.</i> Целесообразность и перспективы создания пешеходных зон в концепции устойчивого развития городской среды .....	18
<i>Жидко Е. А., Картавцева А. Ю.</i> Ландшафтно-рекреационное пространство как важная составляющая экологической устойчивости инфраструктуры городских территорий .....	23
<b>ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ.....</b>	<b>31</b>
<i>Лобанов Д. В., Курасов И. С., Соловьев С. А.</i> Вентиляция административных помещений в реконструируемом здании с ограниченной тепловой мощностью .....	31
<i>Скляров К. А., Петрикеев А. Д.</i> Водогрейное оборудование Воронежской ТЭЦ-1 .....	37
<b>СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ, БАЗ И ХРАНИЛИЩ .....</b>	<b>42</b>
<i>Коровкина А. И., Калинина А. И., Лучников К. Р.</i> Использование полимерных материалов для повышения энергоэффективности нефтяного насосного оборудования .....	42
<i>Ермаков А. С., Аралов Е. С., Калинина А. И.</i> Методы защиты нефтегазопроводов от механических повреждений .....	46
<b>ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ .....</b>	<b>52</b>

---

## ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

---

УДК 711.1

### ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ «МЯГКОГО ТУРИЗМА» НА ПРИМЕРЕ РАЗВИТИЯ НОВЫХ ПРИМОРСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

А. Г. Вайтенс, Т. В. Гришина

*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет*

*А. Г. Вайтенс, д-р архитектуры, проф. кафедры градостроительства*

*Россия, г. Санкт-Петербург, тел.: +7(930)008-62-37, e-mail: avaytens@gmail.com*

*Т. В. Гришина, студент кафедры градостроительства*

*Россия, г. Санкт-Петербург, тел.: +7(911)903-80-58, e-mail: grishina.ta1gr@yandex.ru*

---

**Постановка задачи.** Негативные последствия туризма на окружающую среду можно сократить путем регулирования влияния туризма. Цель исследования заключается в предложении рекомендаций по освоению свободной природной территории в качестве туристско-рекреационного комплекса с учетом принципов концепции мягкого туризма.

**Результаты.** Рассмотрена суть концепции «мягкого туризма» и возможности ее применения в градостроительстве. На основе особенностей территории и региона выделены решения, отвечающие принципам концепции при формировании туристско-рекреационного комплекса.

**Выводы.** В результате исследования впервые предложены градостроительные принципы формирования туристско-рекреационного комплекса на исследуемой территории на основе концепции «мягкого туризма».

**Ключевые слова:** мягкий туризм, туристско-рекреационный комплекс, территория, донный пояс, окружающая среда.

**Введение.** Внутренний туризм в России активно развивается. Согласно Федеральной туристической межрегиональной схеме территориально-пространственного планирования Российской Федерации до 2035 года, 12 % от общего объема туристических поездок внутри страны составляют поездки в Краснодарский край. Регион так же является лидером внутри своего федерального округа и принимает до 70 % туристических поездок на себя [1].

Согласно данным Российского союза туристической индустрии (РСТ), летом 2024 года Анапа стала самым востребованным курортом Краснодарского края. Прирост туристического потока составил 25 % относительно данных 2023 года [2]. Загруженность средств размещения достигает 80 %. Можно сказать, что ситуация в области туризма в городе-курорте Анапа является ярким примером массового туризма. Рост востребованности города как направления для отдыха может привести к загруженности мест рекреации, улично-дорожной сети, деградация природных территорий, что впоследствии поспособствует снижению его курортной и селитебной привлекательности [3]. Негативные последствия туризма на окружающую среду можно сократить при регулировании влияния туризма на окружающую среду, в том числе в рамках градостроительной деятельности.

**1. Концепция мягкого туризма.** Впервые проблему негативного воздействия туризма на природную среду поднимает швейцарец Дж. Криппендорф в 1975 году в своей работе

---

«Пожиратели ландшафта». В 1980 году в журнале «Гео» публикуется статья Р. Юнка, в которой рассматриваются проблемы эколого-экономического баланса во взаимодействии сферы туризма с экономической и экологической средой. В статье автор впервые вводит понятия «мягкий» и «жесткий» туризм. Концепция «мягкого» туризма получила признание в Австрии и Швейцарии в 1980-х годах, стала ответом на проблему массового («жесткого») туризма.

Мягкий туризм близок к понятиям устойчивый туризм и экотуризм. Экотуризм является сегментом туризма, специализирующегося на отдыхе на природных территориях. Устойчивый туризм концентрируется на последствиях всех форм туризма и измеряется стандартом Глобального совета по устойчивому туризму. Согласно Французской Международной комиссии по защите Альп, мягкий туризм – это форма туризма, которая формирует взаимопонимание между местными жителями и туристами, не угрожает культурной самобытности принимающего региона и заботится об окружающей среде [3].

В соответствии с определением мягкого туризма в концепции можно выделить три существенных аспекта:

- экологический
- социокультурный
- экономический

Принимая во внимание возможные негативные последствия массового туризма на принимающие регионы, можно сделать вывод о необходимости их предупреждения на стадии градостроительного планирования туристско-рекреационных территорий.

**2. Проецирование на территорию.** Рассматриваемая территория расположена в северной части города-курорта Анапа, в Краснодарском крае Российской Федерации, имеет береговую линию с Черным морем и тремя мелководными слабосолеными лиманами: Бугазским, Витязевским и Кизилташским (рис.1).

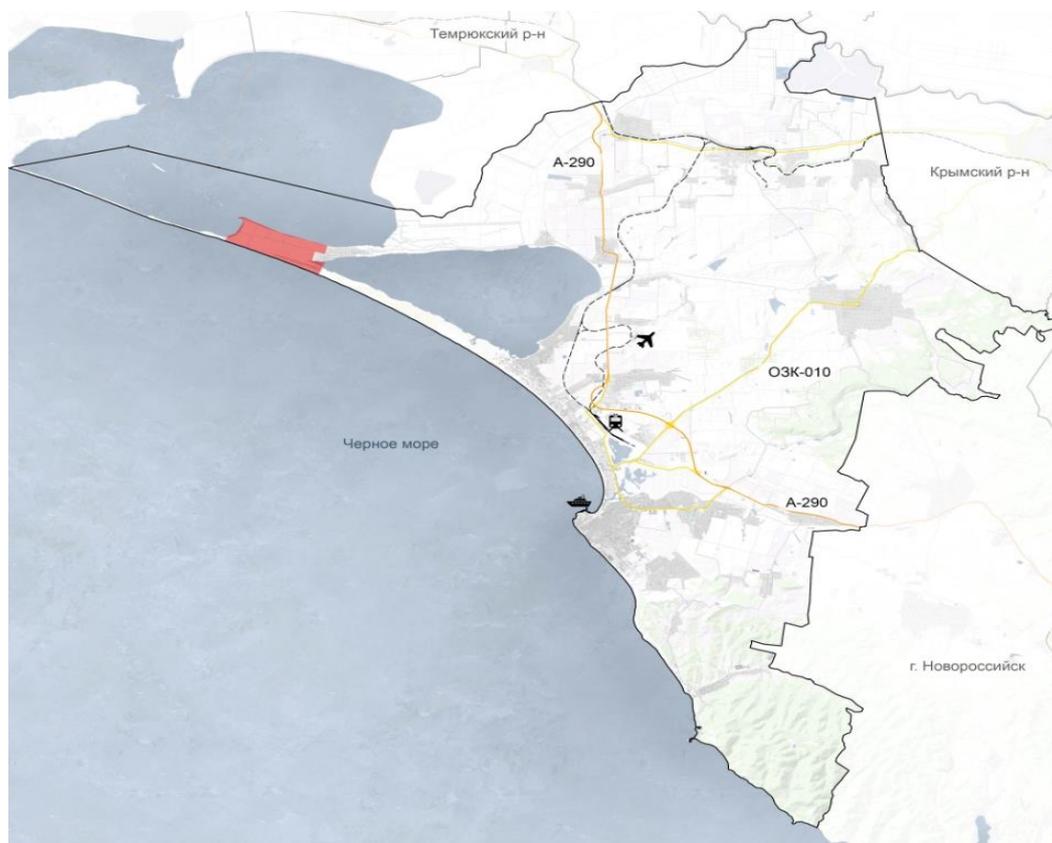


Рис. 1. Схема расположения исследуемой территории в масштабе города-курорта Анапа

Исследуемая территория мало освоена, вдоль Черноморского побережья расположен ряд гостиниц. Транспортная доступность территории относительно региона обеспечивается за счет улично-дорожной сети прилегающего населенного пункта станицы Благовещенской и автомобильной дороги 03К-105, имеющей подключение к дороге федерального значения А-290. Территория обладает высоким туристическим и рекреационным потенциалом за счет ряда особенностей:

- Климатические условия. Мягкая зима со среднемесячной температурой от минус 5 до плюс 2 °С; устойчиво жаркое лето; осень теплая, сравнительно сухая, с большим количеством ясных дней.

- Природные ресурсы. Анапа является самым солнечным городом России. Ионизированный воздух за счет морских солей и реликтовых можжевельниковых лесов обладает мощным оздоровительным эффектом. Рапа и грязи лиманов могут быть использованы в лечебных целях.

- Видовые характеристики. Территория имеет береговую линию с четырьмя водоемами, в том числе с Черным морем. Вдоль Черноморского побережья расположен пояс дюн.

- Памятники природного и археологического наследия. В границах исследуемого участка располагается шестнадцать объектов археологического наследия регионального и федерального значения. Территория прилегает к природному парку регионального значения «Анапская пересыпь» – особо охраняемой природной территории (ООПТ).

Согласно проведенному анализу, территория имеет большой потенциал для размещения нового туристско-рекреационного комплекса. Учитывая существующую ситуацию в сфере туризма, Краснодарский край можно назвать ярким примером массового туризма. Развитие исследуемой территории может значительно повлиять на ситуацию в Анапе.

**3. Экологический аспект.** Он касается влияния сферы туризма на окружающую среду и заключается в сдерживании негативных последствий антропогенной нагрузки, возникающий во время хозяйственного освоения и эксплуатации территорий, на природный комплекс.

Учитывая дюнный характер ландшафта территории вдоль черноморского побережья, необходимо принять меры по повышению устойчивости дюнного пояса при нагрузке антропогенного и природного характера. Авторы исследования развития Косы Ла-Манга в Испании освещают угрозу деградации дюн, отступления пляжей, изменения прибрежного ландшафта и экосистем моря, связанную с активным туристическим освоением территории [5]. В качестве решений по сохранению приморских пляжей Анапской пересыпи в соответствие с выводами исследования Института океанологии им. П.П. Ширшова (ИО РАН) рекомендуется создание системы прерывистых волноломов из прочного каменно-набросного материала для гашения энергии волн и удержания пляжного материала. Для сохранения дюнного пояса необходимо устройство вдоль берега зоны, свободной от размещения объектов капитального строительства, а сокращению выноса песка на территорию комплекса поспособствует формирование защитного пояса озеленения [5].

Близость территории планируемого туристско-рекреационного комплекса к ООПТ может задать вектор движения туризма в сторону экотуризма. На территории комплекса можно разместить объекты просветительской деятельности, связанной с уникальными природными территориями.

В части архитектурно-строительного проектирования, реализация концепции мягкого туризма возможна посредством строительства зданий и сооружений с применением энергоэффективных технологий, в том числе внешних солнцезащитных устройств, кровельных материалов с высокой отражающей способностью, размещения ветро-энергетических установок и солнечных панелей и др. [7, 8].

**4. Социокультурный аспект.** Он заключается в согласии интересов местного населения и интересов туристов. Концепция предполагает, что жители принимающего региона должны быть вовлечены в процесс принятия решений в отношении туризма и оставаться приоритетной группой, чьи интересы должны быть учтены при развитии территории.

В странах Европы распространены случаи, когда от массового туризма страдает местное население принимающего региона. Это происходит, когда туристический поток сильно превышает пропускную способность территории. Для решения этой проблемы правительства стран стараются разгрузить популярные точки притяжения и побудить туристов открывать для себя новые направления [8]. Учитывая темпы роста туристического потока в Анапе, можно предложить решения по его распределению за счет развития разных видов туризма на территории нового туристско-рекреационного комплекса для охвата большей целевой группы посетителей. На уровне самого комплекса также необходимо предложить функциональное зонирование и полицентричное размещение объектов туристического интереса с целью равномерного распределения нагрузки. Удаленность туристско-рекреационного комплекса от центральной части города также обеспечит сохранение селитебной функции на ее территории.

**5. Экономический аспект.** Рост туристического потока в Анапу может в перспективе негативно отразиться на туристско-рекреационной привлекательности города. Снизить нагрузку без негативных последствий для экономики города возможно, в том числе за счет развития новых туристско-рекреационных комплексов на свободных территориях.

Развитие нового туристско-рекреационного комплекса поспособствует созданию новых рабочих мест в сфере гостиничного обслуживания и предоставления услуг, повышению уровня жизни населения, росту регионального экспорта [10]. Развитие гастрономического туризма и этнотуризма на территории комплекса, спрос на которые в Анапе активно растет в последние годы [11, 12], обеспечит рост спроса туристов на местные товары и услуги, и поддержит развитие малого бизнеса. Предложение сценариев всесезонного функционирования курорта обеспечит снижение сезонной безработицы и более равномерное распределение туристического потока в течение года, возникающие вследствие циклического характера развития туристических систем [10, 13–15].

Введение системы экологической сертификации для объектов туристской инфраструктуры повысит конкурентоспособность мест размещения [10].

**Выводы.** Впервые предложены общие рекомендации по развитию исследуемой территории с применением принципов концепции мягкого туризма. Путем синтеза сведений, полученных в результате анализа, были сформулированы принципы формирования туристско-рекреационного комплекса на исследуемой территории.

Градостроительные принципы формирования туристско-рекреационного комплекса в городе-курорте Анапа:

- Принцип полицентричности: объекты туристического интереса одного функционального назначения равномерно распределены по территории туристско-рекреационного комплекса.

- Принцип многофункциональности: объекты туристического интереса имеют разную функциональную направленность для обеспечения возможности отвечать запросам большей целевой группы.

- Принцип социального взаимодействия: рекреационные зоны создают условия разнохарактерной социальной активности.

- Принцип устойчивого природопользования: при функционировании туристско-рекреационного комплекса учитываются принципы устойчивого развития в части природопользования.

- Принцип использования характерных особенностей территории: развитие комплекса обеспечивается за счет реализации его уникального туристско-рекреационного потенциала.
- Принцип экологизации рекреационной и хозяйственной деятельности: предпринимаются меры по снижению негативного влияния на окружающую среду.
- Принцип транспортной самодостаточности: все части комплекса обеспечены пешеходной и транспортной доступностью, улично-дорожная сеть функционирует независимо от сети прилегающего населенного пункта.

Применение данных принципов может служить основой для проектного предложения архитектурно-градостроительного развития исследуемой территории на основе принципов концепции мягкого туризма. В перспективе реализация сформулированных принципов поможет снизить вероятность массового туризма на территории туристско-рекреационного комплекса.

#### Библиографический список

1. Федеральная туристическая межрегиональная схема территориально-пространственного планирования Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: <https://arch.lenobl.ru/ru/deiatelnost/news/64582/> (дата обращения: 11.11.2024)
2. Официальный сайт Российского союза туриндустрии. [Электронный ресурс]. URL: <https://rst.ru/novosti/novosti-turizma/rst-anapa-po-rostu-sprosa-obognala-i-sochi-i-drugie-kurorty-kubani.html> (дата обращения: 11.11.2024)
3. Оборин М.С. Отрицательные последствия массового туризма для принимающих территорий // Сервис Plus. 2020. №1. С. 18–26.
4. Ei. Triarchi, K. Karamanis. The evolution of alternative forms of Tourism: a theoretical background // Business & Entrepreneurship Journal. V. 6. 2017. P. 39–59
5. J.L. Miralles i Garcia, S. García-Ayllón Veintimilla. The urban metamorphosis of La Manga and the “mediterraneanisation” process of the Mar Menor (Spain) // Coastal Processes III. 2013. P. 53–64.
6. Крыленко В.В. Научное обеспечение сбалансированного планирования хозяйственной деятельности на уникальных морских береговых ландшафтах и предложения по его использованию на примере Азово-Черноморского побережья. Т.10. 2013. С. 1477–1749. [Электронный ресурс]. URL: [https://coastdyn.ru/e-lib/tom01\\_2013.pdf](https://coastdyn.ru/e-lib/tom01_2013.pdf) (дата обращения: 11.11.2024).
7. N. Vogel. Sanfter Tourismus. Notwendigkeit, Chancen, Grenzen. 2008. 107 pp.
8. Каталог технических решений и практических рекомендаций по энергосбережению и повышению энергетической эффективности зданий и сооружений / Р.С. Акиев, С.И. Бурцев, А.В. Бусахин и др. // М.: Национальное объединение строителей, 2014. 139 с.
9. Moreno Zago. The European Union and soft tourism for the protection of the natural and cultural landscape: some problems and different approaches // Environmental Sustainability in the European Union: Socio-Legal Perspectives. 2020. P. 225–240.
10. Основы туризма: учебник / под ред. Е.Л. Писаревского // М.: Федеральное агентство по туризму, 2014. 384 с.
11. Шейнерман А.А., Довгалюк И.М. Развитие туризма в Анапе в 2022-2030 годах // Молодой ученый. 2022. № 41 (436). С. 43–45.
12. 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.
13. 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).
14. Сокольская О.Н., Иванченко В.Т., Клименко В.В. Основы теории градостроительства и планировки населённых мест Краснодарского края. 2022. С. 90–124.
15. 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.
16. Официальный сайт Министерства экономики Краснодарского края [Электронный ресурс]. URL: <https://economy.krasnodar.ru/> (дата обращения: 08.02.2025).

*Для цитирования:* Вайтенс А.Г., Гришина Т.В. Возможности применения концепции «мягкого туризма» на примере развития новых приморских территорий // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2025. №2 (39). С. 6–10.

УДК 504.75

## ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Е. А. Жидко, А. Ю. Картавцева

*Воронежский государственный технический университет**Е. А. Жидко, д-р техн. наук, проф. кафедры техносферной и пожарной безопасности**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(951)864-14-57, e-mail: lenag66@mail.ru**МБОУ Гимназия №9**А. Ю. Картавцева, ученица МБОУ Гимназия №9**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(920)459-87-56, e-mail: alina.kartavceva@gmail.com*

**Постановка задачи.** В нашей стране около 85 % от общего количества отходов все еще размещаются на полигонах твердых бытовых отходов (ТБО), сопровождая загрязнением все компоненты биосферы. В работе рассмотрены актуальные вопросы экологической безопасности городских агломераций с позиции функционирования полигонов твердых бытовых отходов и их оптимального размещения относительно населенных пунктов.

**Результаты.** Проведен анализ статистических данных объемов ТБО. Рассмотрены экологические, экономические и социальные последствия влияния полигонов ТБО на окружающую городскую среду. Представлены схема обращения с ТБО в муниципальных образованиях РФ и организационная схема взаимодействия централизованной модели менеджмента в городской структуре управления.

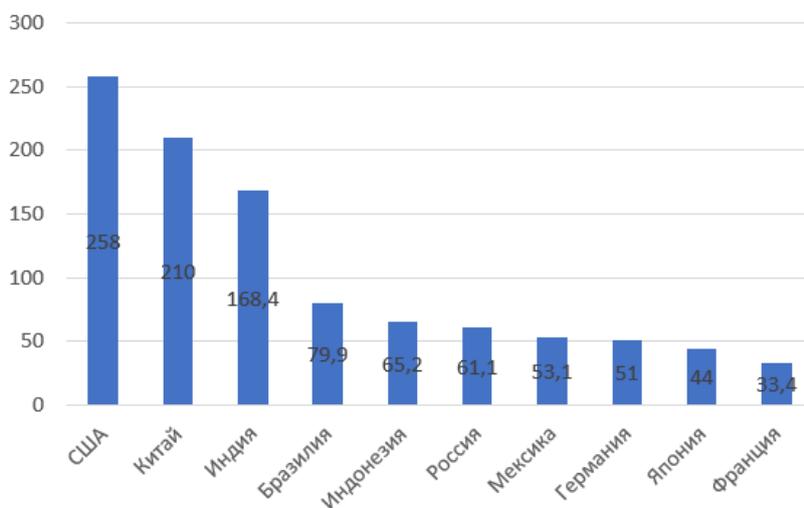
**Выводы.** Объемы отходов ТБО ежегодно увеличиваются как в РФ, так и за рубежом, сопровождая загрязнением все компоненты биосферы. Поэтому обращение с отходами является первостепенной задачей жизнедеятельности городской среды для экологической устойчивости инфраструктуры городского хозяйства и управления экологической ситуацией. При этом учитывается их оптимальное размещение относительно населенных пунктов.

**Ключевые слова:** полигон, отходы, загрязнение, окружающая среда, градостроительные аспекты, территория.

**Введение.** Образование твердых бытовых отходов (ТБО) в современном обществе является постоянным сопутствующим антропогенным процессом функционирования современного города. Анализ статистических данных [1] показывает, что объемы отходов ТБО ежегодно увеличиваются как в РФ, так и за рубежом, сопровождая загрязнением компоненты биосферы включая воздушный бассейн, почвы и грунтовые воды (рис.1).

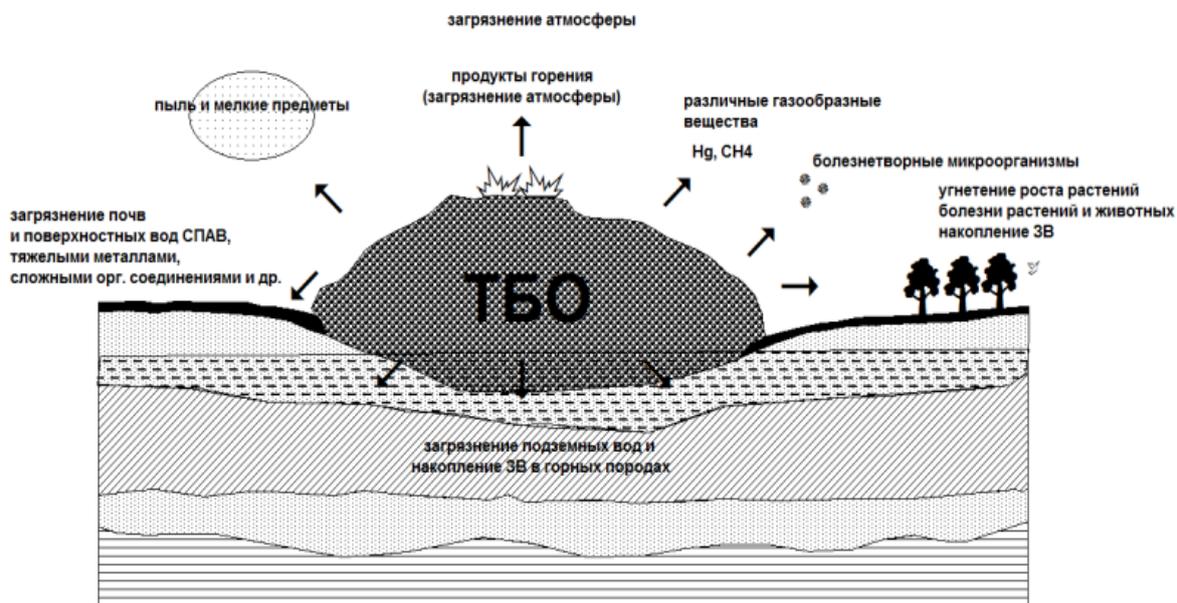
В различных странах используют различные способы утилизации ТБО. Каждый способ имеет свои характерные особенности и определенный комплект достоинств и недостатков в реализации и использовании.

В нашей стране около 85 % отходов все еще размещаются на полигонах ТБО, представляющих комплекс инженерных сооружений, предназначенных для размещения, изоляции и обезвреживания ТБО и предполагающие наличие гидроизоляционного слоя, системы сбора и очистки фильтрата, системы газоотвода (так как при разложении отходов образуется метан, являющийся парниковым газом и представляющий опасность взрыва) (рис.2). Размещение мусорных свалок и полигонов ТБО в условиях городской застройки – это сложная задача, требующая комплексного подхода к важнейшим вопросам городского планирования, тщательной оценки множества взаимосвязанных факторов и критериев.



**Рис. 1.** Количество бытовых (коммунальных) отходов (ТБО) по странам мира (млн. т в год)

Неконтролируемое обращение с ТБО может привести к значительным эколого-экономическим и социальным последствиям. Поэтому необходимо принимать законодательные документы, регулирующие управление ТБО и четко контролировать их выполнение.



**Рис. 2.** Влияние полигона ТБО на окружающую территорию

**1. Роль и место полигонов ТБО в эколого-экономической системе.** Проблема затрагивает экологическую безопасность, экономическую целесообразность, социальное благополучие населения, так как нарушается эколого-экономическая устойчивость и развитие инфраструктуры городских агломераций (рис. 3, рис.4) [2, 3].



Рис. 3. Влияние полигонов на экологические, экономические и социальные факторы

Управление ТБО включает в себя следующие производственные этапы: сбор ТБО, их транспортировка до пункта сбора, процесс сортировки на различные элементы, обезвреживание и переработка, утилизация или ликвидация.



Рис. 4. Экологические последствия в результате воздействия отходов на ОС

**2. Градостроительные аспекты, обеспечивающие экологическую безопасность территорий.** Работа с ТБО и иными отходами в городе (населенном пункте) осуществляется на основе нормативных документов [4–7]. Схема обращения с ТБО в муниципальных образованиях РФ представлена на рис. 5 [2, 3].



Рис. 5. Обращение ТБО в муниципальных образованиях РФ

Централизованная модель управления ТБО и городская структура управления представлены на рис.6 [8, 9].



Рис. 6. Организационная схема взаимодействия централизованной модели менеджмента ТБО

Обязанности органов системы управления городским хозяйством по обращению с твердыми отходами производства (ТОП) и входящих в структуру мониторинга обращения с ТБО представлены схемой на рис. 7.



Рис. 7. Обязанности органов системы управления обращения с ТБО

В процессе функционирования полигона формируются загрязнение поверхностных и подземных вод дренажными стоками и фильтратом, шумовое, тепловое и химическое загрязнения. Поэтому администрация города осуществляет планирование и жесткий экологический контроль за промышленными объектами по переработке и обезвреживанию ТБО с учетом недопущения негативного воздействия их деятельности на окружающую среду и обострения социальных аспектов развития общества [10–12].

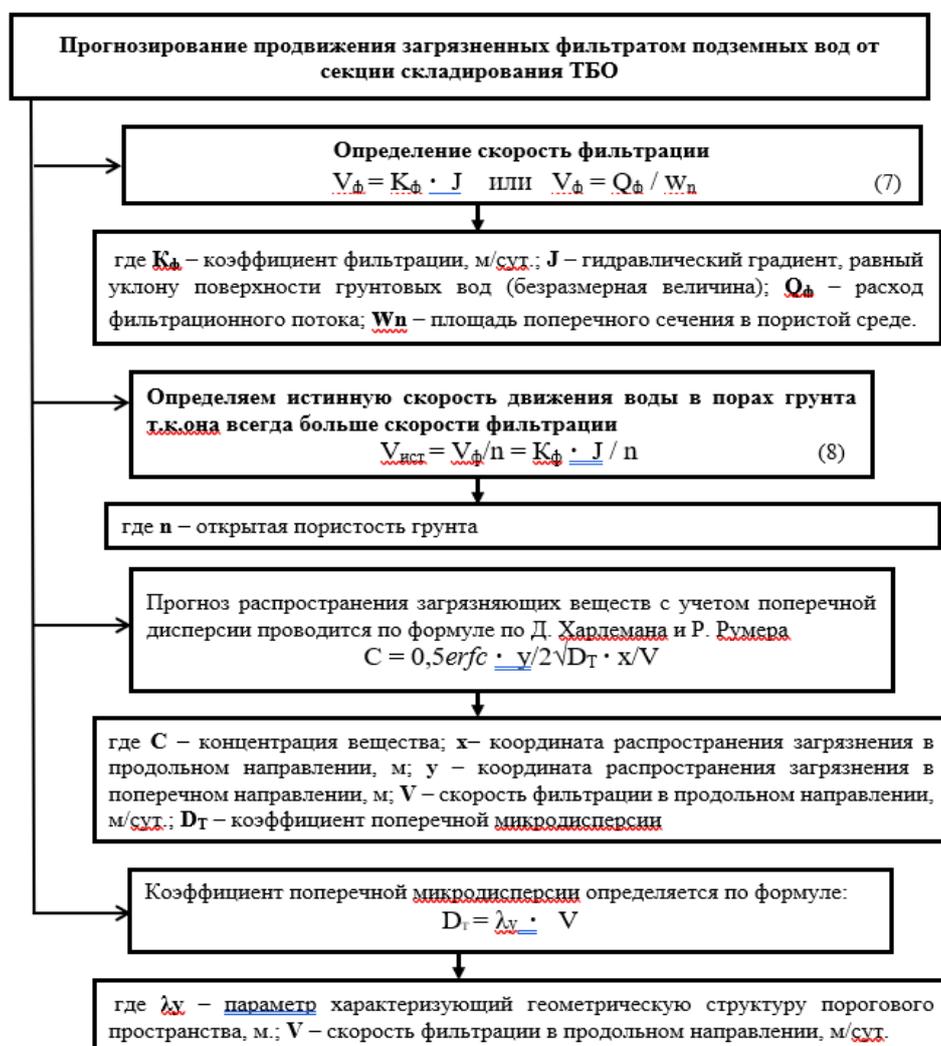
В толще свалочного тела под действием микрофлоры происходит биотермический анаэробный процесс распада органических составляющих отходов. Спустя некоторое время, с момента складирования (2–3 года), по мере механического уплотнения отходов, аэробные процессы начинают усиливаться и образуется биогаз, на 98 % состоящий из метана и диоксида углерода, которые при выходе на поверхность нередко приводят к возгоранию отходов и безусловно, отрицательно воздействуют на окружающую среду.

Количество образующегося биогаза, его состав, а также скорость процесса распада органических составляющих зависят от ряда факторов, в том числе от условий подготовки площадки под складирования. Для стабилизации процесса анаэробного разложения отходов

на полигоне, обязательным условием является соблюдение технологических требований складирования, а также проектирование и создание специальных сооружений для сбора биогаза [13, 14].

В случае возгорания свалочного тела, или возникновения залпового выброса при просадке техногенных отложений, мониторинг окружающей среды предусмотрен только в контрольных точках санитарно-защитных зон полигона в направлении жилой застройки. Пробы отбирают либо аспирационным методом, либо анализируют непосредственно на месте с помощью портативного газоанализатора. В отобранных пробах определяют максимально разовые концентрации (4 раза в сутки) и проводят расчет среднесуточной концентрации всех вредных веществ, присущих данному полигону. Получение оперативной и систематической информации о состоянии ОС как при эксплуатации полигона, так и после его консервации является целью экологического контроля, который включает обязательное проведение расчетов риска токсичных эффектов [15].

Значительным влиянием на близлежащие территории является загрязнение поверхностных и грунтовых вод дренажом и фильтратом, который образуется и накапливается в секции складирования. Необходимо производить расчеты риска токсичных примесей в питьевой воде, миграции ЗВ в водоносных пластах и прогнозировать их распространение (рис. 8) [16].



**Рис. 8.** Алгоритм расчета движения подземных вод при загрязнении их фильтратом в местах складирования отходов

**Выводы.** В результате рассмотрения современного состояния обращения с твердыми бытовыми отходами в мире и РФ проведен анализ градостроительных решений размещения полигонов ТБО в системе городского хозяйства, обеспечивающих экологическую безопасность территорий.

Таким образом, выбор участка под размещение полигона ТБО в условиях городской застройки является одним из важнейших вопросов городского планирования, по причине его огромного влияния на экономику и состояние окружающей среды всего региона. От решения сложившейся серьезной ситуации в этом вопросе зависит экологическое благополучие населения и устойчивое развитие городских территорий.

#### Библиографический список

1. Российский статистический ежегодник. 2023 // М.: Росстат, 2023. 701 с.
2. Сотникова О.А., Жидко Е.А. Проблемы утилизации отходов производства экологически опасных и экономически важных объектов ЦЧР и пути их решения // Биосферная совместимость: человек, регион, технологи. 2017. №3(19). С. 11–20.
3. Гильмуллин В.М., Тагаева Т.О., Бокслер А.И. Анализ и прогнозирование процессов обращения с отходами в РФ // Проблемы прогнозирования. 2020. № 1. С 126–134.
4. Sazonova, S. Measures based on the results of control of dustiness of workplaces from bulk materials / S. Sazonova, S. Nikolenko, V. Asminin, D. Sysoev, O. Sokolova // AIP Conference Proceedings. Krasnoyarsk Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Melville, New York, United States of America, 2021. С. 60029.
5. Nikolenko, S. Dust cleaning of working areas in the production of granulated foam glass ceramics / S. Nikolenko, S. Sazonova, V.F. Asminin, V. Zherdev, V. Ivanova // AIP Conference Proceedings. Krasnoyarsk Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Melville, New York, United States of America, 2021. С. 60030.
6. Об утверждении генерального плана городского округа город Воронеж: решение от 25.12.2024 №1166-V. 626 с.
7. СанПин 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест. М.: Минздрав России, 2001. 38 с.
8. ГН 2.1.6.2309-07. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест: Гигиенические нормативы. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. 134 с.
9. Проблемы планировки и застройки городов в условиях сложного рельефа [Электронный ресурс]. URL: <https://studfile.net> (дата обращения: 28.02.2025).
10. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. М.: Минрегион России, 2016. 28 с.
11. 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.
12. 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.
13. Формирование комфортной городской среды: проблемы взаимодействия общества и власти при реализации приоритетных проектов на муниципальном уровне управления / А.М. Максимов, М.В. Ненашева, И.Ф. Верещагин, Т.Ф. Шубина, П.В. Шубина // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2021. № 1. С. 71–90.
14. Комплексное развитие систем коммунальной инфраструктуры / В.Н. Семенов, Д.Н. Китаев, П.Г. Грабовый, И.В. Журавлева, Г.Н. Мартыненко, В.Я. Манохин, В.А. Сергеев, А.С. Овсянников // Воронеж: Изд-во ВГАСУ, 2010. 135 с.
15. Жилиева И.А. Особенности классификации услуг массового потребления населению крупных городов // Стратегическое управление организациями: современные технологии: материалы научных трудов научной и учебно-практической конференции. 2017. С. 318–323.
16. Оценка согласованности развития обеспечивающей инфраструктуры города на основе анализа пространственных данных / Д.С. Парыгин, А.А. Алешкевич, Н.П. Садовникова, А.Ю. Зуев, И.С. Зеленский, А.С. Харина, Е.С. Сивашова // Системы управления, связи и безопасности. 2020. № 2. С. 73–100.

*Для цитирования:* Жидко Е.А., Картавцева А.Ю. Градостроительные аспекты, обеспечивающие экологическую безопасность размещения полигонов твердых бытовых отходов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2025. №2 (39). С. 11–17.

## ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ПЕШЕХОДНЫХ ЗОН В КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

И. А. Хабарова, Д. А. Хабаров

---

*Российский биотехнологический университет*

*И. А. Хабарова, канд. техн. наук, доц. кафедры управления бизнесом и сервисных технологий*

*Россия, г. Москва, тел.: +7(499) 750-01-11, e-mail: irakhabarova@yandex.ru*

*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*

---

**Постановка задачи.** Строительство и реконструкция пешеходных зон способствуют соблюдению населением здорового образа жизни, повышает качество городской среды в целом. Рассмотрены основные вопросы проектирования пешеходных переходов, комплексно проанализированы наиболее эффективные решения в сфере пешеходных переходов для устойчивого развития городов.

**Результаты.** В работе представлено обоснование экономической целесообразности и перспектив создания пешеходных зон в концепции устойчивого развития городской среды.

**Выводы.** С каждым годом проектирование, а также комплексное развитие пешеходных зон в городе Москве становится все более значимым элементом городской инфраструктуры. Причем пешеходные зоны стали более комфортными и безопасными для пешеходов, способствуют развитию региональной и локальной экономики, а также развитию туризма и общественной активности жителей города.

**Ключевые слова:** пешеходные зоны, городская среда, инфраструктура, транспорт, экономика, комфорт.

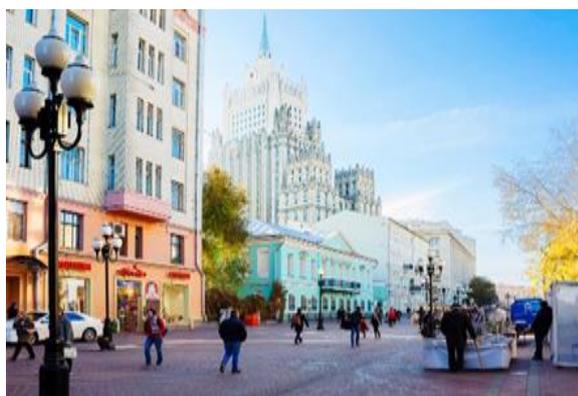
**Введение.** Строительство Москвы изначально формировалось с учетом ее рельефа, расположения рек и иных факторов. В связи с этим, к основным преимуществам подобной застройки можно отнести то, что населению интереснее осуществлять свои маршруты по красивым и зачастую необычным местам, которые складывались в рамках формирования ее территорий. Однако такая застройка вызывает ряд сложностей, связанных с устойчивым развитием территорий, поскольку становится невозможным обеспечить равномерно распределённую городскую инфраструктуру. Тем не менее город Москва (на протяжении его длинной истории) достаточно эффективно решает эту задачу. В качестве примера следует привести проектирование пешеходных зон [1–3].

Отметим, что современное проектирование новых пешеходных зон (особенно в центрах крупных городов) позволяет существенно уменьшить суммарное количество автомобилей на дорогах и улучшить общую экологическую и экономическую ситуацию в городах. Также строительство новых, реконструкция уже существующих пешеходных зон способствуют развитию пешеходной культуры и соблюдению населением здорового образа жизни, а также повышает качество городской среды и ее привлекательность для жителей и туристов. Добавим, что проектирование пешеходных зон является одним из возможных способов решения существующей проблемы перегрузки городского транспорта, поскольку это позволяет повышать скорость передвижения людей, что поможет снизить загруженность общественного транспорта и даже сократить общее количество автомобилей на дорогах [4].

**1. Исторически сложившиеся пешеходные зоны.** В целом, создание пешеходных зон в концепции устойчивого развития городской среды имеет ряд преимуществ, которые могут привести к улучшению общей экологической и социальной ситуации в городах. Однако необходимо добавить, что каждый город имеет свои уникальные особенности, в связи с этим подходы к организации пешеходных зон и устойчивому развитию городской среды могут существенно различаться [1, 5].

Так, в городе Москве пешеходные зоны (далее ПЗ) насчитывают долгую историю, начиная с развития пешеходных улиц в центральных районах города. Эти зоны стали привлекательным местом для прогулок и отдыха жителей, а также для развития коммерческой деятельности. Со временем (для обеспечения безопасности и комфорта пешеходов) ПЗ были расширены и модернизированы. Был принят ряд эффективных мер по регулированию транспорта, улучшению общего состояния общественного транспорта и использованию современных технологий для повышения эффективности пешеходных зон. Здесь необходимо добавить, что они содействуют развитию малого бизнеса. Пешеходные зоны создают благоприятную среду для развития малых предприятий и индивидуального предпринимательства, поскольку привлекают большее число пешеходов и обеспечивают потенциальную аудиторию для магазинов, кафе, ресторанов и других коммерческих учреждений [2, 6].

Дополним, что многие улицы в Москве уже стали пешеходными и сейчас активно используются пешеходами. Так, в качестве примера, приведем Арбат, который еще в девяностые годы стал пешеходным (рис.1). На рисунках 1, 2 изображены известные пешеходные зоны в Москве.



а



б

**Рис. 1.** Пешеходная зона: а – на улице Старый Арбат; б – вокруг Патриарших прудов

Также и другие улицы в Москве начали становиться пешеходными, особенно начиная с 2012 года. Статус пешеходных зон был присвоен Столешникову переулку, а также Кузнецкому Мосту. На данных улицах и переулках больше нет машин, а лишь одни пешеходы. Однако во многих городах (в т.ч. и в Москве) еще расположен ряд улиц, где сразу можно встретить пешеходов и автомобилистов, поскольку вместе расположены полосы для транспорта и пешеходные зоны. В 2013 году для пешеходов был благоустроен Новый Арбат, расположенный между Новинским и Никитским бульварами; Никольская улица, расположенная между Лубянской площадью и Кремлёвским проездом; а также Тверской проезд между Тверской площадью и Большой Дмитровкой и пр. (рис.2). Более того, в последнее время в Москве был обновлен ряд тротуаров [7, 8].

Таким образом отметим, что для дальнейшего улучшения пешеходных зон целесообразно разработать гибкие системы регулирования транспорта и улучшить общую доступность для людей с ограниченными возможностями здоровья.



а



б

Рис. 2. Пешеходная зона: а – на Никольской улице; б – на Большой Дмитровке

**2. Проблематика пешеходных зон.** В настоящее время в ряде городов существующая ширина тротуара на многих улицах не соответствует современным требованиям обеспечения комфортного пешеходного движения, а также эффективного функционирования объектов обслуживания. Также отмечается нехватка пешеходных пространств, которая зачастую, компенсируется использованием внутриквартальных территорий для транзитного движения.

Однако, следует рассмотреть и проблемные ситуации, связанные с проектированием пешеходных переходов. В городе Москве большинство наземных переходов не располагают необходимой системой подъездов и стоянок, а также в принципе не в состоянии обслужить пешеходные потоки, т.к. расположены в значительном отдалении от центров притяжения. В качестве примера приведем пешеходный переход на МКАД, расположенный между Рязанским шоссе и улицей Нижние Поля. Данная конструкция, построенная из бетона и стекла, представляет собой достаточно широкий пешеходный переход. Более того, при его строительстве были предусмотрены лифты, система вентиляции, современный пост охраны, масштабные торговые галереи и др. Но пешеходов на данном переходе практически нет, что вероятно объясняется отсутствием вблизи в нему остановок общественного транспорта и тротуаров [1, 9].

Противоположенная ситуация наблюдается на переходе, расположенном вблизи МЕГА–Белая Дача. В данном месте отмечается острая нехватка пешеходных переходов, проектирование которых сделает удобным перемещение огромного потока людей (поскольку существующих пешеходный переход мал для такого потока).

Начиная с 2014 года в Москве успешно создавались многие прогулочные зоны для пешеходов на Покровке, Маросейке, ул. Забелина и др. Причем до начала проведения работ Пятницкая представляла собой одностороннюю улицу с несколькими полосами движения при общей ширине проезжей части около 15 м. В ходе работ по благоустройства улицу сузили до двух полос, а тротуары расширили до шести метров [2, 10].

В таблице представлены существующие проблемные ситуации, связанные с современным состоянием и проектированием пешеходных зон, а также предложены возможные способы их решения.

Современные ПЗ способствуют ведению активного образа жизни гражданами, однако их эффективность может быть ограничена доступностью общественного транспорта и недостатком комфортных условий, в связи с чем для создания благоприятной городской среды и повышения общего качества жизни необходимо всесторонне учесть потребности жителей, обеспечить безопасность, усовершенствовать доступность общественного транспорта, создать новые торговые пространства для повышения эффективности пешеходных зон [11–13].

## Предложения по комплексному развитию пешеходных зон

№	Проблемная ситуация	Возможное решение
1	Недостаточная освещённость некоторых пешеходных зон	Установка системы комплексного освещения на всех улицах.
2	Отсутствие тактильного покрытия для слабовидящих на некоторых пешеходных переходах	Целесообразно обеспечить доступность всех пешеходных зон для людей с ограниченными возможностями здоровья (например, тактильное покрытие, установка пандусов, создание специальных зон отдыха).
3	Нерациональное использование надземных переходов	В качестве возможного решения следует предложить создание парковок в тех местах, где не наблюдается большой поток людей и др.
4	Социальные проблемы использования подземных переходов	Целесообразно осуществление мероприятий по благоустройству прилегающих территорий, что позволит привлекать людей в подобные переходы.
5	Устаревшие пешеходные зоны в некоторых частях города	Реконструкция существующих пешеходных зон с учетом пожеланий жителей города через ряд электронных сервисов, например «Активный гражданин».
6	Неэффективное экономическое использование ряда существующих подземных переходов	Создание новых торговых пространств и др. для того, чтобы подземные переходы имели наиболее высокую экономическую эффективность.

**3. Обсуждение результатов исследования.** Более детальное продумывание современных ПЗ, создание комфортного перемещения для всех категорий пешеходов города Москвы, организация велосипедного и иного движения, информационное наполнение улиц, обеспечение доступного общественного транспорта, обеспечение улиц общественными туалетами, укрытиями от солнца, продумывание эффективной, экономически целесообразной эксплуатации ПЗ в зависимости от времен года и погодных условий и многое другое позволят и дальше увеличивать функциональный комфорт жителей и туристов, качество их жизни, а также будут содействовать развитию малого бизнеса в Москве [14–16].

Также общие современные тенденции проектирования пешеходных переходов в Москве подразумевают сохранение ее исторических площадей и соблюдение баланса между пешеходами и интенсивными транспортными потоками. В связи с чем, для обеспечения проектирования ПЗ в условиях постоянно растущего автопарка Москвы, целесообразно введение точечных, а не повсеместных ограничений на проезд личного транспорта и дальнейшее развитие общественного [17].

Дополним, что современная городская среда с ее развитой инфраструктурой (в частности и пешеходные зоны) для обеспечения эффективного устойчивого развития требует внедрения все новых, современных методов управления. Суть этих методов заключается в комплексном учете значительного количества тех или иных факторы, влияющих на проектирование, строительство и последующую эксплуатацию ряда объектов (особенно современных пешеходных зон). Также необходимо эффективно организовывать пространства для различных категорий жителей, максимально полно учитывать их возможные потребности с учетом сохранения благоприятной среды для будущих поколений.

**Выводы.** Таким образом, текущие тенденции и перспективы строительства новых пешеходных зон и переходов в Москве, особенно по сравнению с другими территориями

страны, достаточно оптимистичны. Одним из основных является то, что при строительстве новых зон учитывается важность устойчивого развития города в целом. Также появляется понимание необходимости ограничения личного транспорта.

Целесообразно добавить, что современные пешеходные зоны в крупных городах насчитывают как экологические, так ряд социально-экономических преимуществ. Они могут способствовать комплексному развитию региональной и локальной экономики с помощью создания всё новых рабочих мест в ресторанах, кафе, магазинах, музеях и других заведениях, расположенных рядом с этими зонами, а также создавать новые привлекательные места для туристов и жителей города Москвы.

#### Библиографический список

1. 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.
2. Новиков А.В., Хабарова И.А. Устойчивое развитие территорий и ESG в Российской Федерации // Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник». 2022. № 9. С. 57–62.
3. Птичникова Г.А. Модели общественных городских пространств // Современная архитектура мира. 2017. № 9. С. 47–66.
4. Алгоритм развития общественных пространств крупных городов в условиях их урбанизации / С.Г. Тяглов, Н.Д. Родионова, Я.В. Федорова, В.Ю. Сергиенко // Регионология. 2020. № 4. 778–800.
5. Роль общественных пространств в развитии городов России / П.М. Ульянов, А.В. Авачев, М.Д. Белоусов, Б.Г. Убушаева // Муниципальная академия. 2020. № 2. С. 142–149.
6. Федорович А.В. Философия региональной идентичности как фактор развития современных общественных пространств // Дизайн-ревью. 2014. № 3–4. С. 48–53.
7. 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.
8. Прядко И.П. Зеленая архитектура как фактор экологической безопасности урбанизированных территорий: российский и зарубежный опыт // Урбанистика. 2018. № 2. С. 87–97.
9. Старостина Л.Г. «Зеленая» архитектура в городе // Архитектура и время. 2018. № 2. С. 2–7.
10. Трофимова Ю.С., Копылов А.Б., Головин К.А. Зеленая архитектура. Устойчивое развитие // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2022. № 12. С. 361–363.
11. 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.
12. Формирование комфортной городской среды: проблемы взаимодействия общества и власти при реализации приоритетных проектов на муниципальном уровне управления / А.М. Максимов, М.В. Ненашева, И.Ф. Верещагин, Т.Ф. Шубина, П.В. Шубина // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2021. № 1. С. 71–90.
13. Варвашеня А.А. Инструментарий комплексной оценки зон торгового обслуживания в городе // Проблемы развития территории. 2018. № 3 (95). С. 122–137.
14. Оценка согласованности развития обеспечивающей инфраструктуры города на основе анализа пространственных данных / Д.С. Парыгин, А.А. Алешкевич, Н.П. Садовникова, А.Ю. Зуев, И.С. Зеленский, А.С. Харина, Е.С. Сивашова // Системы управления, связи и безопасности. 2020. № 2. С. 73–100.
15. Применение теории игр в строительной деятельности / Е.А. Копытина, Н.А. Петрикеева, С.Г. Тульская, С.Н. Кузнецов // Научный журнал строительства и архитектуры. 2018. № 4 (52). С. 137–144.
16. Патанина Е.А., Прокшиц Е.Е., Сотникова О.А. Эколого-социальная модель жизненного цикла пешеходных маршрутов // Исследование инновационного потенциала общества и формирование направлений его стратегического развития: сборник научных статей 14-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Курск, 2024. С. 213–218.
17. Сотникова О.А., Халеева Т.С., Каширин В.В. Формирование привлекательности туристического продукта // Инженерные системы и сооружения. 2024. № 1 (55). С. 51–61.

*Для цитирования:* Хабарова И.А., Хабаров Д.А. Целесообразность и перспективы создания пешеходных зон в концепции устойчивого развития городской среды // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2025. №2 (39). С. 18–22.

УДК 72.01

## ЛАНДШАФТНО-РЕКРЕАЦИОННОЕ ПРОСТРАНСТВО КАК ВАЖНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Е. А. Жидко, А. Ю. Картавцева

*Воронежский государственный технический университет**Е. А. Жидко, д-р техн. наук, проф. кафедры техносферной и пожарной безопасности**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(951)864-14-57, e-mail: lenag66@mail.ru**МБОУ Гимназия №9**А. Ю. Картавцева, ученица МБОУ Гимназия №9**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(920)459-87-56, e-mail: alina.kartavceva@gmail.com*

**Постановка задачи.** Для сохранения благоприятной окружающей среды и достижения экологического баланса необходимо разрабатывать новые модели развития ландшафтно-рекреационного пространства на основе реальных возможностей природы. Рассмотрены вопросы формирования ландшафтно-рекреационных пространств в структуре современного города, направленные на стабилизацию экологической ситуации за счет последовательного восстановления природных компонентов среды в системе преобразованных городских территорий.

**Результаты.** Рассмотрены современное состояние взаимодействия города и окружающей среды, т.е. конфликтные ситуации, связанные с деградацией природных городских компонентов; основные принципы формирования устойчивой городской среды, т.е. факторы, определяющие формирование системы ландшафтно-рекреационных пространств городской среды.

**Выводы.** Раскрыта функциональная сущность ландшафтно-рекреационной деятельности как важной составляющей экологической устойчивости инфраструктуры городских агломераций. Рассмотрены примеры рекреационных зон для различных групп населения с целью повышения устойчивого развития территорий.

**Ключевые слова:** ландшафтно-рекреационные пространства, окружающая среда, инфраструктура, экология, городское пространство.

**Введение.** В настоящее время развитие городских агломераций ведет к ухудшению окружающей городского жителя среды. Это проблемы отходов, шума, деградация природно-ландшафтной составляющей, что неминуемо приводит к изменению и усугублению функциональных, пространственных, эстетических, нравственных, экологических, социальных и других связей жителей со средой их обитания, т.е. с окружающей человека средой (ОС).

Подавляющее число болезней населения городских агломераций имеет средовую этиологию, что вызывает дискомфорт и соматические изменения в организме человека и приводит к целому ряду негативных последствий, таких как техногенный стресс, психологическое перенапряжение, потеря физического и душевного равновесия, росту заболеваний, сокращению продолжительности жизни.

Чтобы улучшить сложившуюся ситуацию необходима реализация концепции устойчивого развития в России, провозглашенной в Указе Президента Российской Федерации №440 от 01.01.1996 г. [1]. Концепция предполагает принятия сбалансированного решения социально-экономических задач, проблем сохранения благоприятной ОС и устойчивости инфраструктуры городского хозяйства [2].

Сложившаяся ситуация требует от градостроителей проведения архитектурно-ландшафтной реконструкции. Ландшафтно-рекреационное пространство (ЛРП) выступает важной составляющей экологической устойчивости инфраструктуры городского пространства.

### 1. Роль ландшафтной составляющей в общей функциональной структуре города.

Под ЛРП (реакционными зонами) понимают официально предоставленную, выделенную генеральным планом и организованную территорию агломерации для отдыха населения. К составным элементам ЛРП относятся зоны, размещающиеся в пределах территорий, которые заняты парками, садами, бульварами, скверами, озерами, лесопарками, пляжами, водохранилищами, открытыми пространствами для отдыха и т.д.

ЛРП составляют 50–70 % всех незастроенных площадей городских агломераций. Это важная составляющая городской инфраструктуры. Они выделяются и планируются на основе комплексной программы, включающей улучшения микроклимата территорий, оздоровления и отдыха жителей. ЛРП образуются как на землях общего пользования, так и землях природного, оздоровительного и историко-культурно назначения (рис.1). В них не разрешается строительство промышленных и иных объектов.



Рис. 1. Типы рекреационных пространств

Для благоприятного взаимодействия городской среды (ГС) и природы необходим постоянный активный поиск методов решения этой проблемы в условиях заметно сокращающихся естественных природных ресурсов и возникающих многочисленных конфликтных ситуаций (рис. 2).

В соответствии с принятой концепцией устойчивого развития (Рио-де-Жанейро), для сохранения благоприятной ОС и достижения экологического баланса необходимо разрабатывать новые модели развития ЛРП на основе реальных возможностей природы, комплекс мероприятий по замене нарушенных компонентов ландшафта ГС с восполняющим экологическим потенциалом и принимать сбалансированные грамотные решения для сохранения процессов саморегулирования в природных компонентах ландшафта.

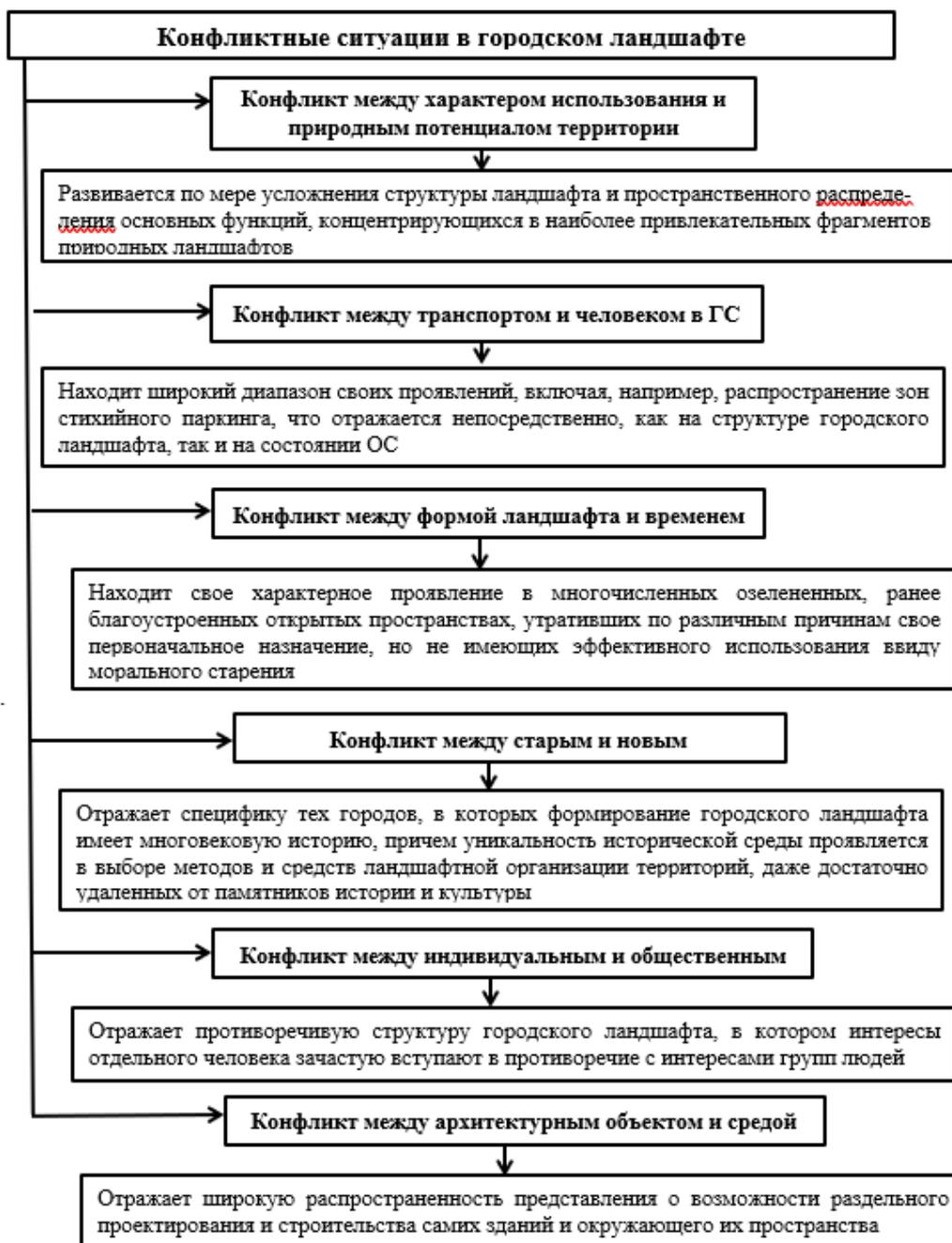


Рис. 2. Перечень конфликтных ситуаций в ГС, связанных с деградацией его природных компонентов

Основные принципы формирования устойчивой ГС, представлены в табл.1 [4].

С помощью ландшафтного дизайна возможно эффективно развивать целостное городское пространство, в первую очередь обеспечить необходимые потребности человека и благоприятный уровень комфорта [3].

На современном этапе развития и формирования ЛРП ГС основные ведущие позиции отводятся природно-экологическим факторам, включающие фармакологические, микроклиматические, композиционно-эстетические и коммуникационные аспекты среды (табл.2). Их максимально задействуют при создании структуры комфортной ГС с учетом факторов, оказывающих влияние на формирование ландшафтно-рекреационной ОС территории городских агломераций (рис.3).

Таблица 1

## Основные принципы формирования устойчивой ГС

№№ п/п	Принцип	Основное содержание
1	2	3
1	<b>Экологическая устойчивость</b>	Саморегуляция природы, учёт условий произрастания растений, учёт уровня загрязнения воды, обеспечение охраны природы
2	<b>Экологическая позитивность</b>	Приоритет задач экологии на всех этапах ландшафтно-градостроительной организации рекреационных зон
3	<b>Универсальность</b>	Создание доступной ОС для любой категории населения с учетом интересов всех возрастных групп людей и т.д.
4	<b>Эстетическое совершенствование</b>	Учёт художественных, композиционных закономерностей формообразования, архитектурных, организационных пространств с учётом их разнообразия, цветового решения, выразительности
5	<b>Экономическая продуктивность</b>	Рациональное использование затрат ресурсов и труда, необходимых для достижения результата
6	<b>Гуманизация</b>	Учёт потребностей различных социально демографических групп населения: санитарно-гигиенические, антропометрические, эмоционально-психологические и пр.
7	<b>Комплексность</b>	Формирование комплексов ландшафтных компонентов, включающих композиционно и функционально связанные элементы в единстве природной и антропогенной среды
8	<b>Гармонизация</b>	Создание ландшафтных объектов ГС, направленных на достижение эстетического и функционального комфорта человека
9	<b>Пространственное, функциональное и художественное разнообразие</b>	Средовое разнообразие как основа длительной профильной эксплуатации и создание устойчивой рекреационной функции в прибрежной зоне за счет использования природно-ландшафтных особенностей территории, внедрения широкого спектра функций и повышения эстетических качеств ОС
10	<b>Социальная ориентированность</b>	Социальные мотивации считать основой для планирования и организации различных рекреационных объектов, по критериям функции, целевой специфики, длительности отдыха, ценовой доступности
11	<b>Пространственное единство</b>	Создание единой системы открытых РП, объединенных различными способами, что способствует повышению экологической устойчивости территории
12	<b>Структурная дифференциация</b>	Разграничение пространства по уровням антропогенной нагрузки, по зонам режимной реконструкции, по степени преобразования природных компонентов ландшафта в искусственные; разграничение пространств с различными функциями, характером и интенсивностью использования
13	<b>Инвестиционная привлекательность</b>	Создание экономико-правовой основы для привлечения инвестиций на реконструкцию прибрежных зон с развитием рекреационной функции

В системе эколого-градостроительных мероприятий при разработке архитектурно-планировочных и инженерно-технических решений необходимо применять «зелёное строительство», использовать растительность для создания комфортной среды жизнедеятельности [2, 4].

Таблица 2

Факторы, определяющие формирование системы ЛРП ГС

Пример	Характеризующие факторы
<b>Композиционно-эстетические факторы</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- масштабность пространства;</li> <li>- выявление историко-культурных и этнических особенностей ОС.</li> </ul>
<b>Микроклиматические факторы</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- инсоляция;</li> <li>- температура;</li> <li>- влажность;</li> <li>- аэрация.</li> </ul>
<b>Фармакологические факторы</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- фитонизация воздуха;</li> <li>- ионизация воздуха;</li> <li>- бактериальные составляющие;</li> <li>- ароматические составляющие;</li> <li>- акустические составляющие;</li> <li>- колористические составляющие.</li> </ul>
<b>Коммуникационные факторы</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- транспортная доступность;</li> <li>- пешеходная доступность;</li> <li>- информационная доступность;</li> <li>- комфортность коммуникаций.</li> </ul>

При организации архитектурной среды необходимо учитывать психологическое эмоциональное состояние человека, которое зависит от аромата трав, растений, цветов, шелеста листьев.



Рис. 3. Факторы, оказывающие влияние на формирование ландшафтно-рекреационной территории городских агломераций

**2. Формирование системы ландшафтно-рекреационных пространств города различного функционального назначения.** Выделяют четыре возрастные группы населения, определяющие характер формирования ЛРП города. Для каждой возрастной группы планируются определённые типы ЛРП – для повседневного, периодического, эпизодического и длительного отдыха в зависимости от вида протекающих процессов и от социально-профессиональных факторов, например, таких как образование, условия труда, профессия и т.п.

На рисунке 4 показаны особенности, необходимые для формирования ЛРП для каждой группы.

В таблице 3 приведены примеры ЛРП для возрастных групп населения, определяющие характер их формирования.

Таблица 3

Примеры рекреационных зон для различных групп населения

**Рекреационная зона в парке для I возрастной группы – дети 1–16 лет**



**Рекреационная зона в парке для II возрастной группы – молодежь 17–34 лет**

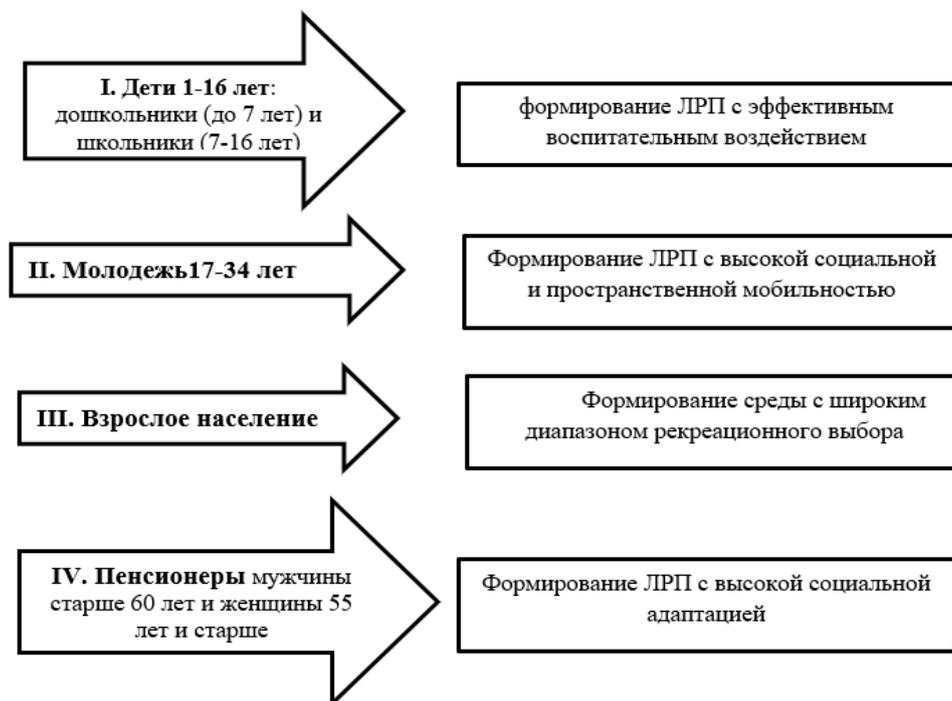


**Рекреационная зона в парке для III возрастной группы – взрослое население**



**Рекреационная зона в парке для IV возрастной группы – пенсионеры**





**Рис. 4.** Социально-демографические факторы, влияющие на характер формирования ЛРП ГС

**Выводы.** Использование подходов и реализация эколого-градостроительных мероприятий, отвечающих требованиям эколого-градостроительной оптимизации городской среды и соответствующих интересам экологической устойчивости и экологической безопасности современного общества, предполагают выбор стратегических реформ по улучшению качества окружающей среды, включая:

- повышение экологической устойчивости всего природно-ландшафтного комплекса;
- мероприятия по рекультивации нарушенных территориальных городских пространств;
- создание эколого-эстетических условий в жилой зоне и ОС;
- осуществление ландшафтной организации городских агломераций и свободных городских территорий;
- ограничение и снижение антропогенных воздействий от объектов промышленности, в том числе и от транспортных средств на ОС.

Таким образом, целенаправленное использование рекреационно-оздоравливающих факторов растительного мира с учётом их воздействия на организм человека (терапевтический и релаксационный эффект) позволяет улучшить ситуацию по формированию комфортного ландшафтно-рекреационного пространства городской среды.

#### Библиографический список

1. О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию: указ Президента Российской Федерации от 01.01.1996 № 440.
  2. Трунина И.М., Билык М.Ю., Чумакова А.Г. Формирование рекреационного пространства города: теоретический аспект//Туризм и гостеприимство. 2020. № 1. С 46–53.
  3. Принципы и задачи экологической оптимизации ландшафтов [Электронный ресурс] URL: <http://www.activestudy.info/principy-i-zadachiekologicheskoy-optimizacii-landshaftov> (дата обращения 03.02.25).
  4. Природный комплекс большого города: ландшафтно-экологический анализ / Э.Г. Коломыц, Г.С. Розенберг, О.В. Глебова и др. М.: Наука, 2018. 286 с.
- Для цитирования: Жидко Е.А., Картавцева А.Ю. Ландшафтно-рекреационное пространство как важная составляющая экологической устойчивости инфраструктуры городских территорий // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2025. №2 (39). С. 23–30.

---

# ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

---

УДК 697.91

## ВЕНТИЛЯЦИЯ АДМИНИСТРАТИВНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ В РЕКОНСТРУИРУЕМОМ ЗДАНИИ С ОГРАНИЧЕННОЙ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТЬЮ

Д. В. Лобанов, И. С. Курасов, С. А. Соловьев

*Воронежский государственный технический университет**Д. В. Лобанов, ст. преподаватель кафедры жилищно-коммунального хозяйства**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-28-92, e-mail: ldv-36@mail.ru**И. С. Курасов, ст. преподаватель кафедры жилищно-коммунального хозяйства**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(951)550-08-40, e-mail: ikurasov@cchgeu.ru**С. А. Соловьев, ст. преподаватель кафедры жилищно-коммунального хозяйства**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(960)123-57-61, e-mail: s\_s\_ov@mail.ru*

---

**Постановка задачи.** В статье рассматривается оснащение реконструируемых зданий и помещений системами вентиляции. Тема является одновременно актуальной и непростой в силу ряда причин. В большинстве зданий, построенных в советское время, при реконструкции частично меняется назначение помещений, технология выполнения работ и процессов. Однако, существующие системы не способны обеспечить нормируемые параметры микроклимата, требуется их «переделка», которая является по сути олицетворением новых систем, учитывающих широкий спектр требований, предъявляемых к системам вентиляции. Но так как существует тесная взаимосвязь между всеми инженерными системами здания (электроснабжение, теплоснабжение и другие), то приходится учитывать их возможности при реконструкции.

**Результаты.** Предложен современный вариант проектирования системы вентиляции в административных помещениях общественного здания.

**Выводы.** Данное решение применимо в помещениях реконструируемых зданий, имеющих ограничения (лимиты) потребления тепловой и электрической энергии. Вариант проектирования включает комплексный подход к инженерным системам.

**Ключевые слова:** система вентиляции, реконструкция, общественные здания, тепловая мощность, рекуператор.

**Введение.** Вентиляция предназначена для создания и обеспечения в помещениях нормируемых параметров воздушной среды. Для ее проектирования требуется перечень исходных данных, предоставляемой проектной организации [1]. Следует отметить, что последовательность разработки проектной документации для вновь строящихся и реконструируемых зданий отличается. Это связано с необходимостью выполнения тщательного обследования существующего здания на предмет возможности реализации вентиляционных систем [2]:

- 1) размещение вентиляционного оборудования;
- 2) организация забора приточного и выброса удаляемого воздуха;
- 3) ограниченная высота подшивного потолка (при его наличии);

- 4) подключение к источникам тепловой и электрической энергии;
- 5) организация вертикальных и/или горизонтальных трассировок воздуховодов с учетом их сечения (размера);
- б) взаимная увязка с другими инженерными системами, конструкциями и т.д.

**1. Исходные данные для проектирования.** Рассмотрим проектирование систем вентиляции в административных помещениях, расположенных в цокольном этаже общественного здания. На рис. 1 представлен фрагмент плана БТИ с указанием реконструируемых помещений. Отметим, что перегородка между помещениями 7 и 8 демонтируется (показана на рис. 1 синим цветом).

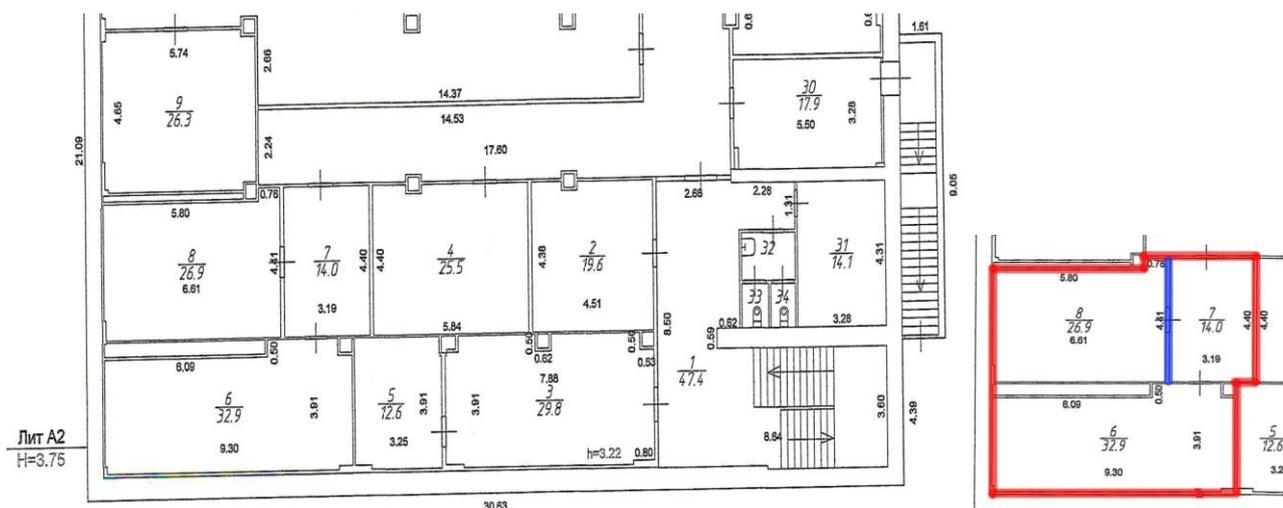


Рис. 1. Фрагмент плана БТИ

Согласно техническому заданию на проектирование, в помещениях необходимо организовать системы приточной и вытяжной вентиляции с механическим побуждением движения воздуха. При этом имеются определенные ограничения: нагрев наружного воздуха до требуемой температуры обеспечить электрическим воздухонагревателем мощностью до 6000 Вт (6 кВт), требуется организовать воздухозаборную и выбросную шахты.

Выполнив расчет требуемого воздухообмена в помещениях и необходимого количества тепловой энергии для нагрева наружного воздуха, принято решение применить приточно-вытяжную вентиляционную установку с возможностью рекуперации тепловой энергии [3] и плавным (гибким) управлением производительности вентилятора. На рис. 2 показан фрагмент плана помещений с изображением вентиляционных систем и их схемы.

Во всех помещениях предусматривается общеобменная приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением движения воздуха. Схема организации воздухообмена «сверху-вверх». В качестве воздухораспределительных устройств приняты потолочные универсальные диффузоры (ДПУ) производства «Арктос» с регулируемой формой струи («настилающаяся», «коническая»). Для аэродинамической увязки подачи расчетного расхода воздуха к распределителям предусмотрена установка дроссельных клапанов, регулирование которых осуществляется при выполнении пуско-наладочных работ. В качестве материала для изготовления воздуховодов принята оцинкованная сталь, толщина которой принимается в зависимости от периметра воздуховода по СП 60.13330.2020, Приложение Л. Подсоединение воздухораспределительных устройств к магистральному воздуховоду осуществляется при помощи гибких воздуховодов типа «Aludex».

Воздухозаборная и выбросная шахты размещаются частично в подземном утепленном гидроизолированном канале. В качестве приточно-вытяжного вентиляционного оборудования принята установка П1/В1, размещенная в пространстве подшивного потолка

типа «Армстронг» помещения №9 цокольного этажа, которая состоит из: воздушных заслонок с электроприводами (приток/вытяжка), воздушного фильтра (приток), пластинчатого рекуператора, электрического воздухонагревателя ( $N=6$  кВт), вентиляторов (приток/вытяжка).

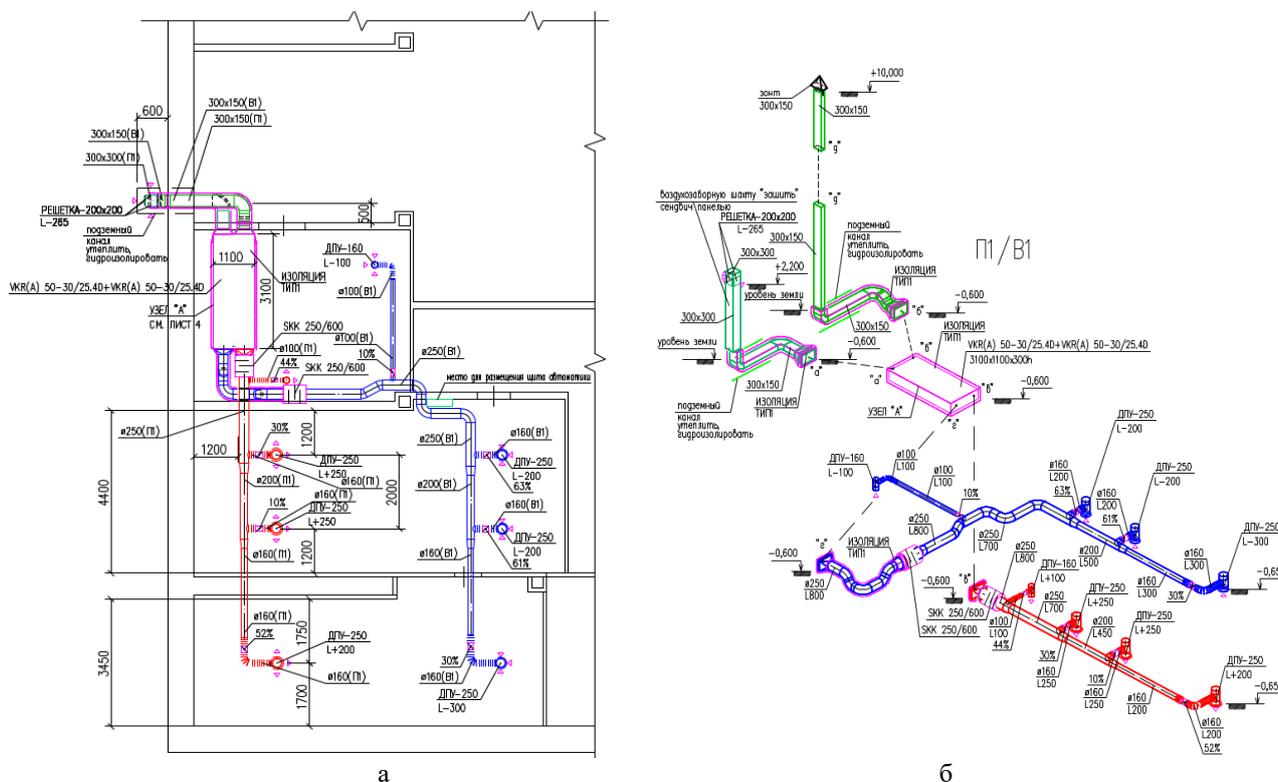


Рис. 2. Системы вентиляции административных помещений: а – фрагмент плана; б – схемы

Приточно-вытяжная установка поставляется комплектно с системой автоматического управления, пульт которой размещается в помещении №8 (вблизи электрического щита).

Для уменьшения шума и вибрации от вентиляционной установки П1/В1 предусмотрены следующие мероприятия [4]: выбор вентиляторов производится по оптимальным шумовым характеристикам, установка шумоглушителей, соединение воздуховодов с оборудованием через гибкие вставки, размещение вентиляционного оборудования вне обслуживаемых помещений, звукоизоляция приточно-вытяжной установки и воздуховодов (до шумоглушителей). Выбор скорости движения воздуха в воздуховодах принят с учетом акустических требований для данных помещений.

Отметим, что при выполнении монтажных работ на объекте [5] следует учесть следующее:

- 1) необходимость земляных работ при организации воздухозаборной и выбросной шахт;
- 2) обустройство шахт: тепло-, гидроизоляционные работы, наружная отделка;
- 3) прокладка воздуховодов в пространстве подвесного потолка типа «Армстронг» (разборка–сборка) в помещениях с чистовой отделкой;
- 4) выполнение работ по подключению энергопотребляющих устройств вентиляционных систем к электрической сети;
- 5) выполнение работ по монтажу и наладке системы автоматического управления функциональными блоками вентиляционных систем.

Учитывая максимально возможную тепловую мощность электрического воздухонагревателя, ограниченную техническим заданием Заказчика, представим в таблице

режимы работы вентиляционного оборудования, обеспечивающего нормируемую температуру внутреннего воздуха ( $t_{в.в.}, ^\circ\text{C}$ ) в зависимости от внешних условий, т.е. температуры наружного воздуха ( $t_{н.в.}, ^\circ\text{C}$ ) в холодный период года (зоны регулирования производительностью рекуператора ( $Q_{рек}$ , Вт), воздухонагревателя ( $Q_{нагрев}$ , Вт) и вентилятора ( $L_{воздух}$ , м<sup>3</sup>/ч) представлены разными цветами, указанными в таблице).

Таблица

Режимы работы вентиляционного оборудования в холодный период года

№ п/п	$Q_{нагрев}$ , Вт	$Q_{рек}$ , Вт	$t_{н.в.}, ^\circ\text{C}$	$t_{в.в.}, ^\circ\text{C}$	$L$ , м <sup>3</sup> /ч	№ п/п	$Q_{нагрев}$ , Вт	$Q_{рек}$ , Вт	$t_{н.в.}, ^\circ\text{C}$	$t_{в.в.}, ^\circ\text{C}$	$L$ , м <sup>3</sup> /ч
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	6000	4000	-24	19	667	23	1851	4000	-2	19	800
2	6000	4000	-23	19	682	24	1573	4000	-1	19	800
3	6000	4000	-22	19	699	25	1294	4000	0	19	800
4	6000	4000	-21	19	717	26	1016	4000	1	19	800
5	6000	4000	-20	19	735	27	737	4000	2	19	800
6	6000	4000	-19	19	754	28	458	4000	3	19	800
7	6000	4000	-18	19	775	29	180	4000	4	19	800
8	6000	4000	-17	19	796	30	0	3901	5	19	800
9	5770	4000	-16	19	800	31	0	3622	6	19	800
10	5474	4000	-15	19	800	32	0	3344	7	19	800
11	5195	4000	-14	19	800	33	0	3065	8	19	800
12	4916	4000	-13	19	800	34	0	2786	9	19	800
13	4638	4000	-12	19	800	35	0	2508	10	19	800
14	4359	4000	-11	19	800	36	0	2229	11	19	800
15	4081	4000	-10	19	800	37	0	1950	12	19	800
16	3802	4000	-9	19	800	38	0	1672	13	19	800
17	3523	4000	-8	19	800	39	0	1393	14	19	800
18	3245	4000	-7	19	800	40	0	1115	15	19	800
19	2966	4000	-6	19	800	41	0	836	16	19	800
20	2687	4000	-5	19	800	42	0	557	17	19	800
21	2409	4000	-4	19	800	43	0	279	18	19	800
22	2130	4000	-3	19	800	44	0	0	19	19	800
Зона регулирования скоростью вентилятора											
Зона регулирования мощностью воздухонагревателя											
Зона регулирования мощностью рекуператора											

Из таблицы видно, что максимально возможная теплопроизводительность оборудования составляет 10 кВт, что соответствует заданию Заказчика. На рис.3 представлено изменение тепловой нагрузки от температуры наружного воздуха.

Из рис. 3 и таблицы видно, что до  $t_{н.в.} = +5 ^\circ\text{C}$ , обеспечение нагрева наружного воздуха до требуемой температуры осуществляется за счет рекуператора, в диапазоне наружных температур  $-16 ^\circ\text{C} \leq t_{н.в.} \leq$  плюс  $5 ^\circ\text{C}$  реализуется совместная работа рекуператора (на максимальной производительности) и электрического воздухонагревателя (на возрастающей теплопроизводительности при снижающейся  $t_{н.в.}$ ).

Уравнением кривой, характеризующей зависимость, представленную на рис. 3, является прямая  $y = -278,72x + 5294,8$  с коэффициентом детерминации  $R^2 = 1$ .

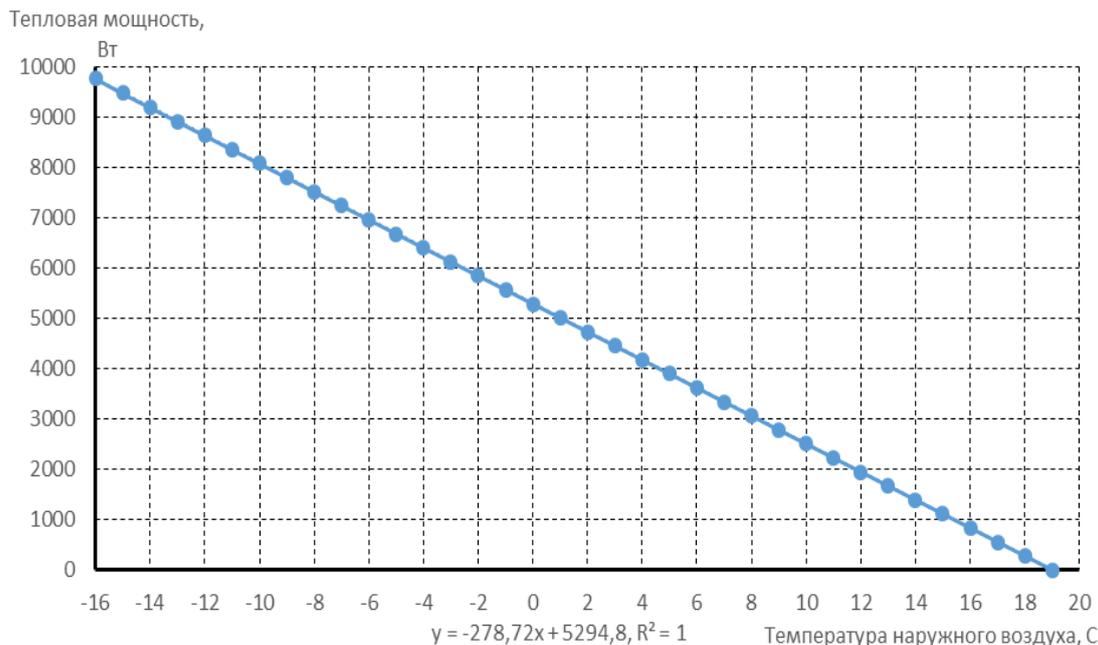


Рис. 3. Изменение тепловой мощности по температуре нагреваемого воздуха

При более низких значениях температуры наружного воздуха  $t_{н.в.}$  ( $t_{н.в.} \leq -17$  °С) тепловая мощность, передаваемая наружному воздуху постоянна и составляет порядка 10 кВт (6 кВт воздухонагреватель, 4 кВт рекуператор), поэтому для обеспечения температуры внутреннего воздуха  $t_{в.в.} = +19$  °С мы вынуждены снизить производительность вентилятора с 800 м<sup>3</sup>/ч до 670 м<sup>3</sup>/ч (при  $t_{н.в.} = -24$  °С), т.е. на 16,3 % (см. рис. 4 и таблицу).

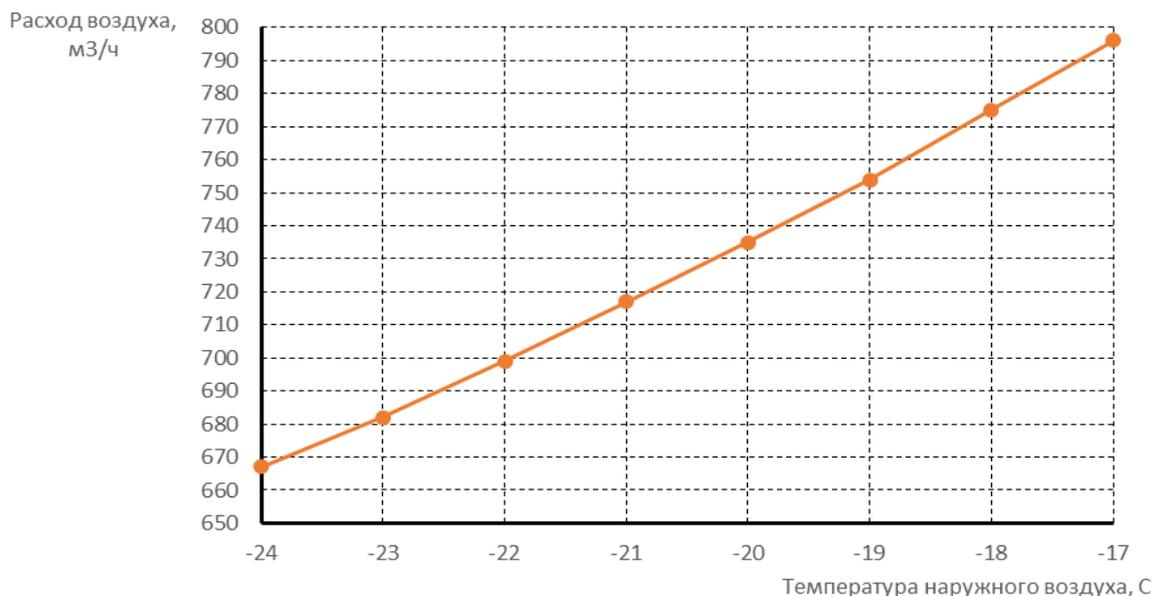


Рис. 4. Регулирование производительности системы скоростью вентилятора

Немаловажную роль при работе вентиляционного оборудования играют системы электроснабжения, автоматизации [6–8] и т.д. Принципиальная схема электрических подключений системы П1/В1 представлена на рис. 5.

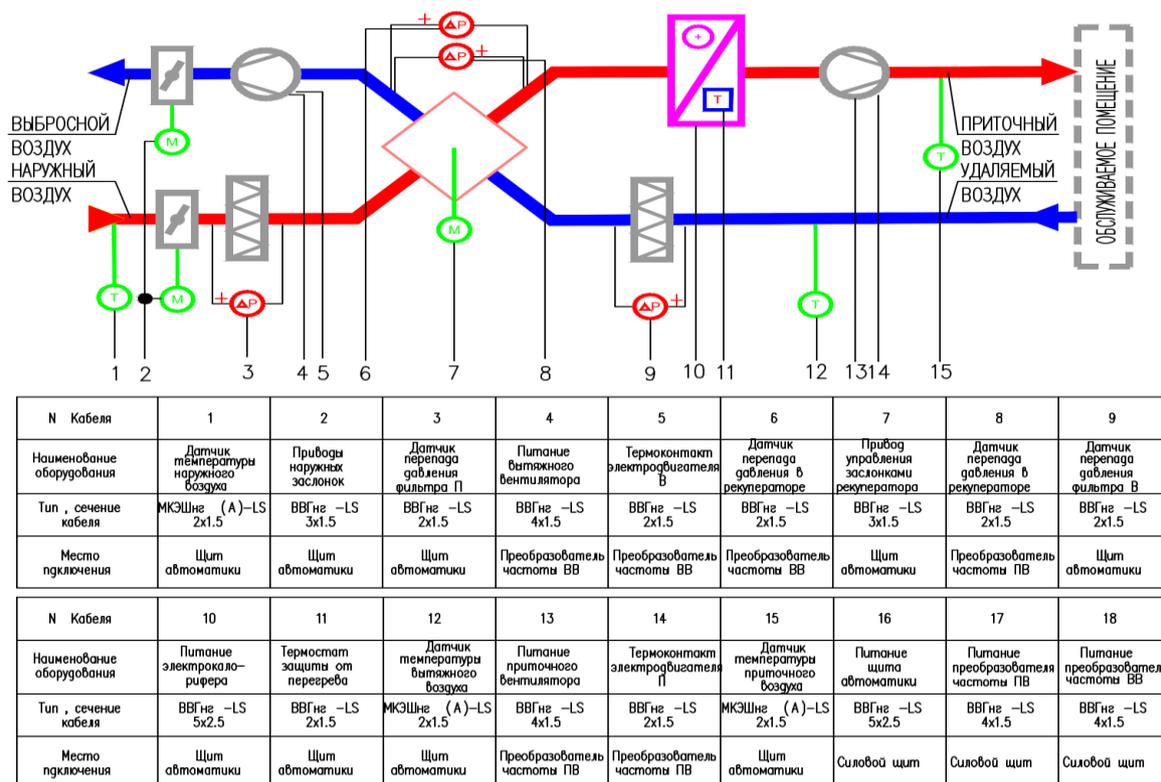


Рис. 5. Принципиальная схема электрических подключений системы П1/В1

**Выводы.** Решение, представленное в статье, актуально и применимо в помещениях реконструируемых зданий, имеющих ограничения (лимиты) потребления тепловой и электрической энергии. При этом осуществляется гибкий режим работы вентиляционных систем без ущерба обеспечению нормируемых параметров воздуха в эксплуатируемой зоне помещения, влияющих, в том числе, на самочувствие и работоспособность находящихся в ней людей.

#### Библиографический список

1. Проблемы и задачи проектирования систем вентиляции в помещениях умственного труда / Д.В. Лобанов, И.И. Звенигородский, А.А. Мерщев, С.С. Певцов // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению: материалы Международной научно-практической конференции. Комсомольск-на-Амуре, 2022. С. 232–235.
  2. Кловский А.В., Мареева О.В. Основы обследования технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений: учеб. пособие // М.: ООО Спутник+, 2021. 239 с.
  3. Мерщев И.П., Мерщев А.А. Рекуперация тепла в здании // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2013. № 4(13). С. 16–21.
  4. Гусев В.П., Мерщев И.П. Средства снижения воздушного и структурного шума систем вентиляции, кондиционирования и холодоснабжения // АВОК. 2005. №4. С. 86–107.
  5. Монтаж, эксплуатация и сервис систем вентиляции и кондиционирования воздуха: учеб. - справ. пособие / С.И. Бурцев, А.В. Блинов, Б.С. Востров, В.Е. Минин и др. // СПб.: Профессия, 2005. 376 с.
  6. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха: учеб. пособие / Под общ. ред. Е.С. Бондаря. // Киев: ТОВ «Видавничий будинок «Аванпост-Прим», 2005. 560 с.
  7. 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.
  8. 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.
- Для цитирования: Лобанов Д.В., Курасов И.С., Соловьев С.А. Вентиляция административных помещений в реконструируемом здании с ограниченной тепловой мощностью // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2025. №2 (39). С. 31–36.

**ВОДОГРЕЙНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ТЭЦ-1**

К. А. Складов, А. Д. Петрикеев

*Воронежский государственный технический университет**К. А. Складов, доц. кафедры техносферной и пожарной безопасности**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)207-22-20, e-mail: u00078@vgasu.vrn.ru**А. Д. Петрикеев, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(951)569-56-20, e-mail: petrikeeff@gmail.com*

**Постановка задачи.** Теплоэлектроцентраль Воронежская ТЭЦ-1 является крупным поставщиком тепла и электричества города Воронежа. С недавних пор она входит в состав Госкорпорации Росэнергоатом. Станция соответствует современным требованиям и стандартам. Несмотря на постоянную модернизацию, на Воронежской ТЭЦ-1 осталось немало оборудования, которое предстоит заменить в ближайшем будущем. Одним из них является котел ПТВМ-100.

**Результаты.** В работе рассмотрена работа водогрейного котла ПТВМ-100 и проведен анализ его технических особенностей с выявлением рекомендуемых ограничений при использовании. Определены этапы модернизации оборудования ТЭЦ-1.

**Выводы.** Определено влияние конструкции котла при внедрении в состав ТЭЦ. Его ценность особенно высока на теплоэлектроцентралях, где он может служить как основным, так и пиково-резервным источником тепла, обеспечивая надёжное и эффективное отопление и горячее водоснабжение. Отмечена необходимость плановой модернизации оборудования.

**Ключевые слова:** ТЭЦ, водогрейный котел, оборудование, модернизация, энергоснабжение, автоматизация, ремонт.

**Введение.** Всем, кто побывал на Воронежской ТЭЦ-1, довелось увидеть на здании уже не новую памятную доску со скромными данными: «Воронежская ТЭЦ – первенец энергетики Чернозёмного края. Начало строительства 25 июля 1931 года. Пуск в эксплуатацию 25 октября 1933 года». Без малого век нас отделяет от пуска первой мощной электростанции столицы Черноземья, которая должна была решить острый вопрос нехватки электроэнергии для предприятий города. Строительство Воронежской государственной районной электростанции (ВОГРЭС), а именно так она называлась до 1959 года, велось интенсивно, ударными темпами и было завершено за два года. Первый ток был дан уже 6 ноября 1933 года. Это событие положило начало развитию энергетической инфраструктуры региона и способствовало его экономическому росту.

**1. Современное состояние.** Сегодня станция соответствует современным требованиям и стандартам, пройдя долгий путь модернизации, усовершенствования и увеличения мощности [1]. За последние несколько лет мы наблюдаем стремительное развитие технологий. Внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами приобрело масштабное распространение. Были введены системы управления технологическим процессом, начали работу две установки очистки воды методом обратного осмоса.

Так в 2019 году АО «Элара» осуществило масштабный проект по техническому перевооружению АСУТП одного из паровых котлов. Также в рамках этой работы была внедрена современная система управления газовыми горелками «АМАКС». Новая система позволила более точно регулировать подачу газа и воздуха, что поспособствовала

оптимизации процесса горения. Это приводит к снижению расхода топлива и уменьшению выбросов вредных веществ в атмосферу [2, 3].

В феврале 2020 года произошло важное событие в энергетической сфере города. На Воронежской ТЭЦ-1 была введена в эксплуатацию современная парогазовая установка мощностью 240,3 МВт и тепловой мощностью 208,3 Гкал/час. Парогазовые установки отличаются более высоким КПД по сравнению с традиционными. Ввод в эксплуатацию нового оборудования позволил обеспечить надежное энергоснабжение потребителей [2, 4]. Кроме того, это положительно сказалось и на экологической обстановке. Четыре газотурбинные установки обеспечивают высокую мощность. Котлы-утилизаторы, в свою очередь, позволяют использовать тепло отработавших газов, повышая общую эффективность. Две паровые турбины, работающие на перегретом паре, преобразуют тепловую энергию в электрическую. Такая комбинированная схема обеспечивает высокую производительность и топливную экономичность [5, 6].

Природный газ постепенно стал основным топливом, а мазут – резервным. После перехода станции на газовое топливо оборудование стало работать надёжнее, а воздействие на окружающую среду снизилось [7].

**2. Водогрейное оборудование.** Один из старожилов Воронежской ТЭЦ-1 – котел ПТВМ-100 (рис.), способный производить 100 Гкал/ч и нагревать воду до 150 °С, играет важную роль в системах централизованного теплоснабжения [8–10]. Его ценность особенно высока на теплоэлектроцентралях, где он может служить как основным, так и пиково-резервным источником тепла, обеспечивая надёжное и эффективное отопление и горячее водоснабжение. Эти устройства являются прямоточными и нагревают воду для тепловых сетей напрямую. В процессе эксплуатации котла реализуется двухходовая схема водной циркуляции.



Рис. Водонагревательный котёл ПТВМ-100

Топочная камера котлов работает на топливе с высоким содержанием серы и требуют особого внимания к их конструкции и материалам [11]. Высокая температура горения в камере и агрессивная среда, образующая при сгорании серы, приводят к ускоренному износу и коррозии металла камеры. Для обеспечения эффективного и безопасного процесса горения

необходимо использовать специальные жаростойкие и кислотостойкие материалы. Конструкция камеры должна обеспечивать оптимальное дозирование топлива и воздуха для полного сгорания. Современные технологии позволяют создавать топочные камеры, способные эффективно и экологично сжигать топливо, с минимальными выбросами в атмосферу [12, 13]. Немаловажным является правильный выбор и эксплуатация топочной камеры для долгой и безопасной работы котельного оборудования [14].

Размеры топочной камеры составляют 6,23х6,23 метра, а её высота – 5,3 метра. Её стены защищены трубами диаметром 60 мм и толщиной стенки 3 мм, которые расположены на расстоянии 64 мм друг от друга. В фронтальном и заднем экранах установлено по 96 таких труб, а в левом и правом боковых экранах – по 98 труб.

Котел имеет 16 газомазутных горелок типа МГМГ-8, расположенных по 8 штук с каждой стороны. Его производительность составляет 900 м<sup>3</sup>/ч для газа и 800 кг/ч для мазута, что эквивалентно 0,25 м<sup>3</sup>/с и 0,22 кг/с соответственно.

Трубчатые кольца с шипами играют важную роль в конструкции амбразур горелок. Они обеспечивают эффективный теплообмен и циркуляцию котла. Расположение шипов на трубчатых кольцах способствует равномерному распределению пламени, этот процесс повышает эффективность сгорания топлива и снижает выбросы вредных веществ. Кроме того, такая конструкция амбразур способствует увеличению срока службы горелки, что не маловажно для экономики предприятия. Трубы экранов соединены горизонтальными рёбрами жёсткости, расстояние между которыми составляет 2,8 метра по вертикали. Настенные экраны вмонтированы в верхние и нижние коллекторы диаметром 273 мм и толщиной стенки 11 мм. Объём топочной камеры составляет 245 кубических метров, а площадь, занимаемая экранами, равна 224 квадратным метрам.

Конструкция конвективной части котла ПТВМ-100 впечатляет своей продуманностью и техническими характеристиками. Она разделена на два пакета с зазором в 600 мм, этот зазор позволяет оптимизировать процесс распределение температуры, это способствует повышению эффективности всей установки. Оптимизированный процесс сокращает время на выполнение поставленной задачи, что приводит к снижению энергопотребления всего предприятия [15].

Уникальная конструкция котла позволяет достичь высокую эффективность сжигания топлива и минимальных тепловых потерь. За счёт такой конструкции можно существенно экономить ресурсы и снижать затраты на топливо. Эффективное сгорание топлива продлевает срок службы оборудования, снижая частоту поломок и аварий [16]. Благодаря такой конфигурации с башней и верхнему отводу дымовых газов, а также принудительной циркуляции воды, котёл способен стабильно и надёжно работать в широком спектре нагрузок – от 15 до 100 %. Это делает его идеальным выбором для разных условий работы.

Обмуровка котла выполнена лёгкой конструкцией, закреплённой на экранных трубах. Такой подход обеспечивает ряд преимуществ, среди которых можно выделить снижение нагрузки на каркас, более быстрому прогреву и охлаждению, что положительно сказывается на эффективности работы. Кроме того, простота монтажа и демонтажа облегчает проведение ремонтных и профилактических работ. Применение современных материалов обеспечивает надёжную теплоизоляцию, это минимизирует тепловые потери и повышает общий КПД котла. Соблюдение всех технологических норм при монтаже обмуровки – гарантия безопасности и эффективности работы котла и предприятия.

Общая толщина обмуровки составляет 115 миллиметров, такой размер обеспечивает надёжную теплоизоляцию. Экономия энергии достигается за счет уменьшения времени работы нагревательных элементов, слой обмуровки также выполняет защитную функцию. Он предохраняет конструкцию от механических повреждений, тем самым значительно увеличивает срок службы оборудования. Таким образом, обмуровка толщиной 115 мм является оптимальным решением.

Регулирование тепловой мощности котла – важный аспект его работы [17]. Изменение количества работающих горелок – распространенный способ управления этим параметром. Этот метод позволяет гибко регулировать теплопроизводительность котла в зависимости от текущих потребностей. Важно отметить, что такая система управления должна быть хорошо спроектирована и настроена. Это обеспечит эффективную и безопасную работу котла. Современные системы автоматики позволяют точно контролировать этот процесс. В результате достигается оптимальный режим работы котла и экономия энергоресурсов. Воздух для горения нагнетается вентилятором типа Ц-9-57.

Интересное техническое решение. Вращающиеся трубы диаметром 50 мм, используемые в качестве обдувочных устройств, безусловно, заслуживают внимания. Такой подход может обеспечить более равномерное распределение воздушного потока. Это особенно важно в задачах охлаждения или сушки, где однородность обдува играет ключевую роль. Вращение труб способствует предотвращению перегрева или переохлаждения отдельных участков. Кроме того, такой метод может быть экономически эффективнее по сравнению с использованием стационарных сопел. В целом, вращающиеся трубы представляют собой перспективное решение для различных технических задач.

Котлы модели ПТВМ-100 используются как на районных тепловых станциях (РТС), так и на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ). Тепловая нагрузка этих котлов варьируется от 130 Гкал/час на РТС Тушино-3 до 31,2 Гкал/час на ТЭЦ-16. Котлы начали устанавливать с 1959 года (на ТЭЦ-20) и закончили в 1988 году (на РТС-2 Зеленоград). Всего было установлено 89 таких котлов.

Конструкция, история которой насчитывает уже более полувека, подтвердила свою эффективность как с технической стороны, так и с точки зрения возможности применения на рынке теплоэнергетики.

Есть более новая линейка котлов такого же класса – КВГМ. Вероятно, она стала следующим шагом в развитии котлов ПТВМ. Во всяком случае, котлы КВГМ новее, ведь например, в Москве котлы ПТВМ начали устанавливать с 1958 года, а КВГМ – с 1972 года. Стоит отметить, что недавно появилась ещё более продвинутая линейка котлов такого типа – это котлы марки Eurotherm (Вольф).

**Выводы.** Котел ПТВМ-100 стал символом индустриального развития Воронежа и примером успешной работы в условиях повышенных требований к экологической безопасности и эффективности использования топливных ресурсов. Эти котлы, благодаря своей высокой мощности и надежности, сыграли значительную роль в обеспечении энергетической безопасности региона, особенно в периоды пиковых нагрузок холодное время года. Со временем, в рамках стратегии модернизации, были внедрены новые технологии для снижения вредных выбросов и повышения эффективности работы котлов, что позволило продлить их эксплуатационный срок и уменьшить воздействие на окружающую среду. Для своего времени котёл ПТВМ-100 выполнял важную функцию на ТЭЦ-1, обеспечивая производство тепловой и электрической энергии для Воронежа и близлежащих районов.

В настоящее время Воронежская ТЭЦ-1, входящая в состав компании АО «Квадра» и с недавнего времени в состав Госкорпорации «Росатом», играет ключевую роль в обеспечении теплом жилых домов и крупных предприятий Воронежа.

В 2025 году на ТЭЦ-1 запланированы текущий плановый и капитальный ремонт. Согласно перечня планируется привести в порядок шесть котлов-теплоутилизаторов, девять паровых и одиннадцать водогрейных котлов, семь паровых турбин., вспомогательное оборудование и трубопроводы. До 2027 года планируется увеличить мощность одного из турбогенераторов (ТГ-8) более чем в два раза, а ТГ-7 вывести из системы. Это связано с новой утвержденной Схемой и программой развития электроэнергетических систем России на 2024–2029 год.

В феврале 2025 года на официальном сайте Правительства РФ появился документ об исключении Воронежской ТЭЦ-1 из списка модернизации российских электростанций, поэтому теперь нужно надеяться только на плановые мероприятия, масштабных изменений в ближайшем времени не предвидится. Вероятно, что рассмотренный нами выше котел еще долгое время будет обеспечивать Воронежу стабильную водогрейную выработку.

#### Библиографический список

1. Беленко И.В., Скляр К.А., Петрикеева Н.А. Надежность работы тепловых электрических станций // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. № 4 (29). С. 40–45.
2. Кожухов Р.О., Петрикеева Н.А. Экологические аспекты при передаче высоковольтной электрической энергии // Инженерные системы и сооружения. 2015. № 2 (19). С. 47–51.
3. Красникова А.Н., Петрикеева Н.А. Перспективы внедрения цифровых технологий в теплоэнергетические системы // Научная опора Воронежской области: сборник трудов победителей конкурса научно-исследовательских работ студентов и аспирантов ВГТУ по приоритетным направлениям развития науки и технологий. Воронеж, 2024. С. 198–201.
4. Оценка надежности газоснабжения отдельных потребителей с использованием цифрового моделирования / Г.Н. Мартыненко, Н.А. Петрикеева, С.А. Горских, А.А. Горских // Альтернативная и интеллектуальная энергетика: материалы II Международной научно-практической конференции. 2020. С. 159–160.
5. Петрикеева Н.А. Использование полной теплоты сгорания топлива в котельных установках // Инженерные системы и сооружения. 2014. № 4-2 (17). С. 76–80.
6. Петрикеева Н.А., Кузнецов С.Н. Экологический эффект при полном сгорании топлива в котельных установках // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2013. № 1 (29). С. 108–113.
7. Петрикеева Н.А., Березкина Л.В., Колосов А.И. Зависимость концентрации оксидов азота от величины теплопотерь с уходящими дымовыми газами теплогенерирующих установок // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2010. № 2 (18). С. 121–125.
8. 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.
9. Алексеева К.В., Колосов А.И., Петрикеева Н.А. Перспективы развития госкорпорации Росатом в условиях санкций // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2023. № 4 (33). С. 22–30.
10. Копытина Е.А., Петрикеева Н.А., Чудинов Д.М. Реализация программы расчета для оптимизации трассировки тепловых сетей // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2022. № 2 (21). С. 63–73.
11. Волкова Ю.В., Петрикеева Н.А. Технологические схемы очистки дымовых газов от оксидов серы // Инженерные системы и сооружения. 2012. № 2 (7). С. 10–13.
12. Определение суммарной безразмерной концентрации выбросов загрязняющих веществ / Э.Н. Лысенко, Н.А. Петрикеева, Н.В. Шуменко, Ю.С. Денисова // Инженерные системы и сооружения. 2010. № 1 (2). С. 244–248.
13. Петрикеева Н.А., Цуканова О.С., Письменный Д.А. Использование теплоты конденсации продуктов сгорания теплогенерирующих установок систем теплоснабжения // Инженерные системы и сооружения. 2009. № 1 (1). С. 107–113.
14. 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.
15. 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.
16. Стеганцова А.И., Черкашина К.С., Петрикеева Н.А. Реконструкция котельной с использованием энергоэффективного оборудования // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2024. № 1 (34). С. 36–39.
17. Оптимизация работы энергосистем. определение вероятного ущерба от перерывов энергоснабжения / Е.А. Куликова, Н.М. Попова, Н.В. Коротких, Н.А. Петрикеева // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2018. № 4 (13). С. 29–36.

Для цитирования: Скляр К.А., Петрикеев А.Д. Водогрейное оборудование Воронежской ТЭЦ-1 // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2025. №2(39). С. 37–41.

---

## СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ, БАЗ И ХРАНИЛИЩ

---

УДК 620.1

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НЕФТЯНОГО НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

А. И. Коровкина, А. И. Калинина, К. Р. Лучников

*Воронежский государственный технический университет**А. И. Коровкина, канд. экон. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)207-22-20, e-mail: akorovkina@cshgeu.ru**А. И. Калинина, ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: aikalinina@cshgeu.ru**К. Р. Лучников, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(909)216-70-40, e-mail: luchnikopf@yandex.ru*

---

**Постановка задачи.** Решение проблемы повышения КПД гидравлического оборудования сводится к снижению потерь на преодоление гидравлического сопротивления. В статье описаны методы повышения энергоэффективности нефтяных магистральных насосов путем снижения шероховатости внутренних поверхностей их проточных частей с использованием полимерных гладких покрытий.

**Результаты.** Приведены результаты экспериментальных исследований композиционных покрытий марки «Belzona» на примере насосов НМ 1250-260 производства челябинского завода АО «Транснефть нефтяные насосы».

**Выводы.** Использование полимерных покрытий позволяет обеспечить прирост КПД до 2 % и сократить эксплуатационные расходы на электроэнергию.

**Ключевые слова:** полимерные материалы, нефть, насосы, КПД, энергоэффективность, гидравлическое сопротивление.

**Введение.** Исследованию оптимальной формы проточных частей насосов, используемых на нефтеперекачивающих и нефтеперерабатывающих предприятиях, посвящен большой список работ, направленных на разработку геометрии, позволяющей снизить гидравлические потери энергии. До настоящего времени влиянию шероховатости внутренних поверхностей насосов на их КПД уделялось немного внимания. Проявляясь как мелкие повреждения внутренней поверхности, эти воздействия снижают эффективность работы установки и со временем могут привести к потере работоспособности.

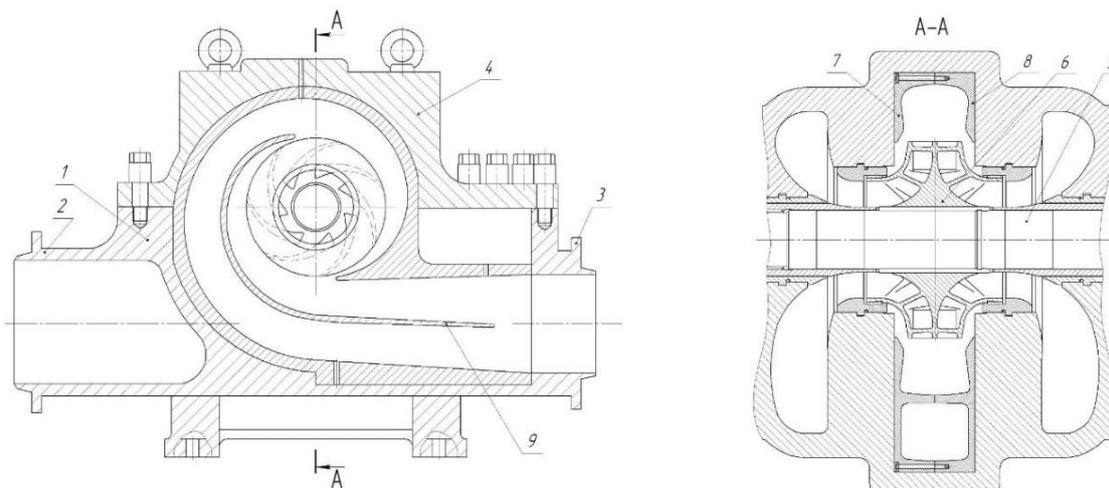
Для повышения качества этих поверхностей предлагается использование полимерных композиционных покрытий, таких как Belzona 1341 (Supermetalgilde) [1, 2].

В условиях производства качество поверхности проточных частей нефтяных магистральных насосов зависит в основном от технологий литья и последующей обработки. Для внутренних поверхностей насосов НМ 1250-260, производимых предприятием АО «Транснефть нефтяные насосы» (г. Челябинск), исходная величина среднеарифметического отклонения профиля составляет  $R_a = 40$ , в то время как нанесение супер гладких покрытий с помощью кисти или путем распыления позволяет снизить шероховатость поверхности до значений  $R_a = 0,8$  [2–4].

---

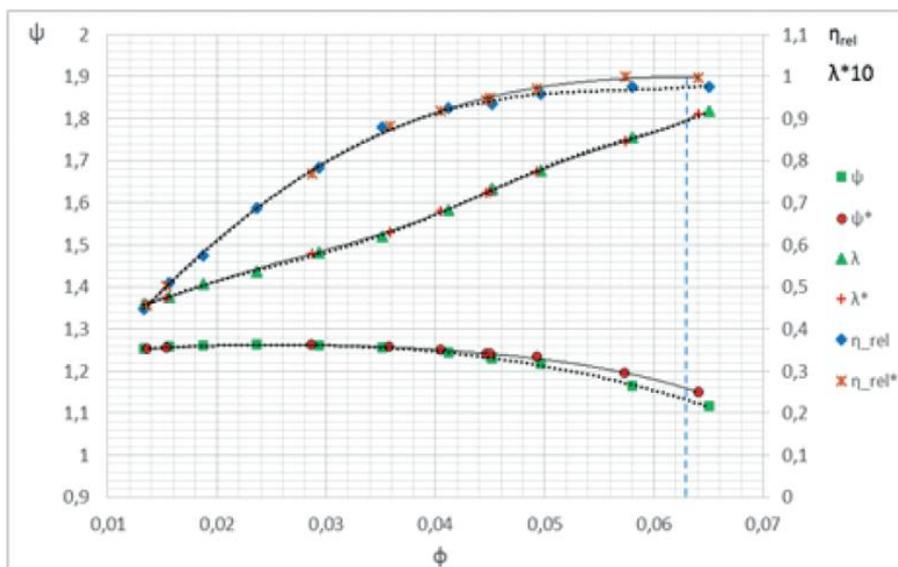
**1. Исследования изменения эффективности нефтяных магистральных насосов за счет применения полимерных покрытий.** Для экспериментального исследования изменения эффективности нефтяных магистральных насосов за счет применения полимерного покрытия были проведены стендовые испытания двух исполнений насоса НМ 1250-260 – без доработки проточной части и с соответствующей доработкой методом распыления исследуемого состава.

На рис. 1 показана конструкция насосов, полимерный состав предлагается наносить на всю внутреннюю поверхность спирального отвода и конического диффузора, за исключением рабочего колеса насоса, расстояние между лопатками которого слишком мало для проведения футеровочных работ [3, 5–7].



**Рис.1.** Конструктивная схема проточной части насосов типа НМ

Результаты испытаний приведены в работе [4, 8, 9], а графические характеристики испытуемых насосов представлены на рис. 2 в безразмерном виде. Характеристики доработанного насоса представлены пунктирной линией, а исходного – сплошной, вертикальной линией обозначена работа насосов в зоне максимального КПД – при работе на номинальной подаче в 1250 м<sup>3</sup>/ч.



**Рис. 2.** Графические характеристики испытуемых насосов

Испытания проводились по первому классу точности согласно ГОСТ 6134-2007 (ИСО 9906:2007) [3, 10] с подключением двух насосов в параллельную работу на забор технической воды из резервуара, а регулирование расхода осуществлялось задвижкой на напорном коллекторе, показатели работы насосов при этом фиксировались системой манометров, расходомеров и датчиков частоты вращения роторов насосов с минимальной погрешностью измерений.

Прирост напора для модернизированного насоса в точке номинальной подачи составил 6,7 метров водяного столба, а увеличение КПД при этом режиме составило 2 %. Кроме того, приросту КПД соответствует снижение потребляемой мощности насоса на 35,6 кВт (рис. 3), что служит показателем улучшения энергоэффективности электронасосного агрегата.

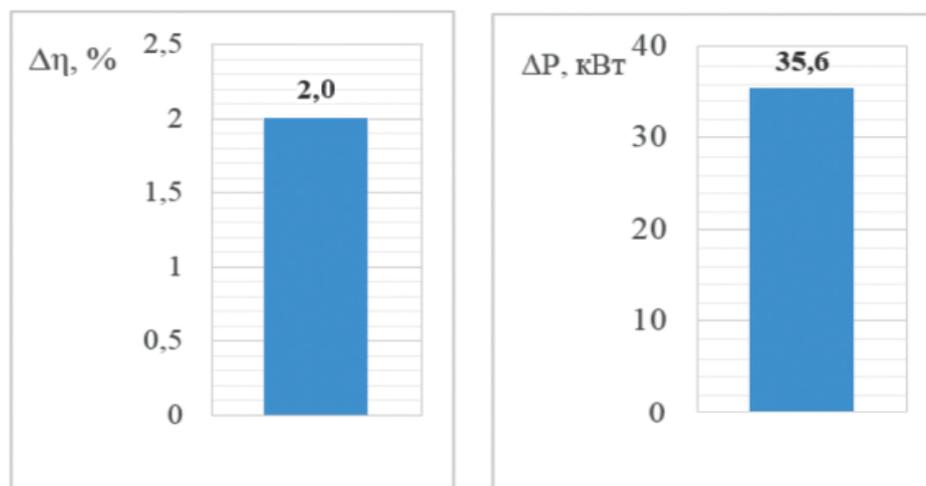


Рис. 3. Прирост КПД и снижение потребляемой мощности для насоса НМ 1250-260

## 2. Оценка экономического эффекта применения полимерных покрытий.

Результаты испытаний позволяют оценить эффективность в денежном выражении в виде уменьшения годовых эксплуатационных затрат при внедрении полимерных композиционных покрытий на нефтеперекачивающей станции [8, 11–13].

Среднегодовая экономия затрат на электроэнергию составит:

$$\mathcal{E}_z = 8760 \cdot k_z \cdot k_p \cdot \Delta P \cdot C_{zz},$$

где  $C_{zz}$  – стоимость одного киловатт-часа электроэнергии (принимается равной 5 руб.);  $k_p$  – коэффициент, учитывающий плотность перекачиваемого продукта (отношение плотности продукта к плотности воды), для нефти равный 0,86; 8760 – количество часов в году;  $k_z$  – среднегодовой коэффициент загрузки насоса (отношение наработки насоса в течение года к количеству часов в году) принимается равным 0,5.

По оценкам рынка полимерных материалов, стоимость одного килограмма покрытия марки Belzona 1341 (Supermetalgilde) составляет не более 50000 руб., а учитывая, что одного килограмма вполне достаточно для обработки всей внутренней поверхности проточных частей насоса типоразмера НМ 1250-260, а также благодаря долговечности покрытия, описанной в работе [6], ежегодная экономия затрат на электроэнергию составит практически 670 490 руб. после одновременного проведения работ по футеровке [14–16].

**Выводы.** Описанные методы применения полимерных композиционных покрытий способны решить современные проблемы нефтегазовой отрасли в условиях переходного периода от повсеместного использования импортного нефтегазового оборудования к применению отечественного оборудования с конкурентоспособными показателями долговечности, надежности, ремонтпригодности и энергоэффективности.

Применение полимерного покрытия проточных частей действующего оборудования на нефтеперекачивающих станциях позволит продлить его срок службы и снизить затраты на электроэнергию.

#### Библиографический список

1. ГОСТ 1634-2007 (ИСО 9906:1999). Насосы динамические. Методы испытаний: взамен ГОСТ 1634-87: введен 01.06.2008. М.: Стандартинформ, 2008. 95 с.
2. Belzona 1341 (Supermetalgilde) [Электронный ресурс]: сайт компании-производителя ремонтных композиционных материалов и промышленных защитных покрытий / Компания «Belzona». URL: <https://www.belzona.com/ru/products/1000/1341.aspx> (дата обращения: 15.03.2025).
3. Чернышев С.А. Повышение эксплуатационных качеств центробежных насосов на основе изменения гидродинамического взаимодействия рабочего потока с элементами проточной части: автореф. на соиск. учёной степ. канд. техн. наук. М., 2008. 18 с.
4. Акимов С.В. Экспериментальные и расчетные исследования изменения эффективности нефтяных магистральных насосов за счет применения гладких покрытий // Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика. Современное состояние и перспективы развития: сборник научных трудов международной научнотехнической конференции. СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. С. 317–337.
5. Акимов С.В. Разработка методов математического моделирования и повышения энергоэффективности нефтяных магистральных насосов путем модернизации поверхности элементов проточной части // Разработка, производство и эксплуатация турбо-, электронасосных агрегатов и систем на их основе: Труды XI Международной научнотехнической конференции. Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2021. С. 18–30.
6. Коровкина А.И., Калинина А.И., Лучников К.Р. Защита и ремонт проточной части насосов с использованием композиционных покрытий // Технологии и техника: пути инновационного развития: сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции. Воронеж: ЗАО «Университетская книга», 2024. С. 278–283.
7. Хорошилова Е.Л., Петрикеева Н.А., Попова Н.М. Повышение противокоррозионных свойств защиты газонефтепроводов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2018. № 2 (11). С. 42–49.
8. Артемюк А.А., Колосов А.И., Петрикеева Н.А. Использование теплоизоляционных покрытий при хранении запасов сжиженного природного газа // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2021. № 4 (25). С. 38–47.
9. Повышение противокоррозионных свойств нефтехимического и газового оборудования / Е.Г. Усачёв, А.В. Добычин, М.М. Островская, Н.А. Петрикеева // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2019. № 1 (14). С. 22–28.
10. 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.
11. Брунько В.М., Серикова И.А., Петрикеева Н.А. Импортзамещение насосного оборудования современным оборудованием отечественного производства // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2025. № 1 (38). С. 23–26.
12. Стеганцова А.И., Черкашина К.С., Петрикеева Н.А. Реконструкция котельной с использованием энергоэффективного оборудования // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2024. № 1 (34). С. 36–39.
13. Вернигора В.В., Петрикеева Н.А., Чудинов Д.М. Оценка сложности добычи нефти на российском шельфе // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2017. № 4 (9). С. 52–58.
14. Коровкина А.И., Плаксина Е.В., Головня А.Р. Необходимость импортзамещения в нефтегазовом бизнесе. Анализ успешных инициатив // Современные машиностроительные системы, технологии и инновации: сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Воронеж, 2025. С. 156–160.
15. Коровкина А.И., Тульская С.Г. Организация транспортировки нефти и газа с арктических шельфовых месторождений и экономическое развитие нефтегазового рынка // Молодежь и наука: шаг к успеху: сборник научных статей 6-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. Курск, 2022. С. 267–272.
16. Повышение эффективности работы погружных электроцентробежных установок при добыче нефти с высоким газосодержанием / Р.И. Вахитова, Д.А. Сарачева, К.Р. Уразаков, Е.Б. Думлер // Альметьевск: Изд-во Альметьевский государственный нефтяной институт, 2019. 87 с.

*Для цитирования:* Коровкина А.И., Калинина А.И., Лучников К.Р. Использование полимерных материалов для повышения энергоэффективности нефтяного насосного оборудования // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2025. №2 (39). С. 42–45.

УДК 620.1

## МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ

А. С. Ермаков, Е. С. Аралов, А. И. Калинина

*Воронежский государственный технический университет**А. С. Ермаков, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(908)219-33-60, e-mail: ermakov1203@mail.ru**Е. С. Аралов, ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)207-22-20, e-mail: earalov@cchgeu.ru**А. И. Калинина, ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: aikalinina@cchgeu.ru*

**Постановка задачи.** С целью обеспечения защиты нефтегазопроводов от механических повреждений были изучены различные методы, используемые для повышения безопасности и надежности их эксплуатации. Необходимо определить наиболее эффективные методы защиты от механических повреждений нефтегазопроводов.

**Результаты.** Проанализированы ключевые способы защиты нефтегазопроводов от механических повреждений, и выбран самый эффективный из них.

**Выводы.** В результате проведенных исследований установлены оптимальные методы защиты нефтегазопроводов от механических повреждений, а также предложены перспективные подходы для обеспечения защиты трубопроводов.

**Ключевые слова:** методы, безопасность, нефтегазопроводы, защита, механические повреждения, утечки.

**Введение.** В настоящее время обеспечение защиты нефтегазопроводов от механических повреждений представляет собой важную задачу, способствующую их безопасной и надежной эксплуатации. Повреждения трубопроводов могут привести к значительным экономическим убыткам, а также вызвать серьезные экологические катастрофы. В условиях активного воздействия как природных факторов, так и человеческой деятельности, а также на фоне возрастающей зависимости современных экономик от надежной и безопасной транспортировки углеводородов, обеспечение целостности трубопроводов становится особенно необходимо и представляет собой одну из главных задач в нефтегазовом секторе.

Нефтегазопроводы, являясь магистральными системами, обеспечивают непрерывную и эффективную транспортировку нефти и газа от мест их добычи до перерабатывающих и распределительных станций. Тем не менее, несмотря на использование высоких технологий в их проектировании и эксплуатации, эти системы подвержены различным рискам, связанным с механическими повреждениями. Такие повреждения могут нанести серьезный ущерб не только экономике, но и экологии, создавая угрозу утечек и загрязнения окружающей среды [1, 2].

Механические повреждения нефтегазопроводов могут возникать из-за различных факторов, включающих строительные работы, транспортную активность и природные явления. В связи с этим, разработка методов защиты, направленных на предотвращение таких повреждений, представляет собой важную задачу.

Защита нефтегазопроводов начинается уже с этапа проектирования. В процессе проектирования учитываются географические и экологические условия, плотность объектов

инфраструктуры, а также потенциальные угрозы, такие как строительные работы или природные явления. Правильный выбор трассы, основанный на анализе всех рисков, позволяет значительно снизить вероятность механических повреждений. Например, прокладка трубопроводов в удаленных или менее населенных районах снижает риск случайных повреждений со стороны транспортных средств и строительной деятельности.

**1. Механическая защита.** Одним из основных способов защиты магистральных трубопроводов является механическая защита. Обеспечение должного уровня данной защиты для нефтегазопроводов имеет первостепенное значение для безаварийной эксплуатации. Механическая защита направлена на предотвращение повреждений и поддержание работоспособности трубопроводных систем, исключая воздействия, вызванные внешними факторами, а также замедляя коррозию и минимизируя влияние негативной окружающей среды [3, 4].

Одной из ключевых задач данной защиты является предотвращение аварий и утечек нефтепродуктов или газа, что может значительно повредить экосистеме и угрожать человеческим жизням. Для достижения надежной и длительной эксплуатации нефтегазопроводов применяются защитные покрытия, оболочки, металлические связки и другие средства.

Защитные покрытия, включая антикоррозионные и полимерные, создают важный защитный слой против внешних повреждений. ВУС-изоляция (рис.1), особенно в условиях высокой влажности, эффективно защищает трубы от коррозии.



Рис. 1. ВУС- изоляция трубы [1]

Оболочки также играют важную роль, защищая трубы от механических воздействий. Металлические хомуты обеспечивают стабильность и прочность, минимизируя риск повреждений. Комбинирование различных материалов представляет собой наиболее надежный подход к механической защите трубопроводов [1, 5].

Одной из ключевых мер предотвращения повреждений в сфере магистральных трубопроводов служит использование защитных оболочек, способных эффективно справляться с механическими воздействиями и высоким давлением. Эти оболочки могут быть изготовлены из разнообразных материалов: от металла, до сложных нитей из стекла, а также из цементно-песчаных смесей с добавлением стекловолокна. Их основное назначение заключается в защите труб от возможных повреждений в процессе строительства, под воздействием тяжелой техники и природных катастроф.

Особое внимание заслуживает применение металлических хомутов, обеспечивающих стабильность и прочность фиксации трубопровода. Они не только гарантируют устойчивость конструкции, но и существенно снижают риск деформации и разрушения. Важным аспектом является комбинированное использование различных защитных материалов, что позволяет создать многоуровневую защиту от внешних воздействий.

В контексте строительства и эксплуатации магистральных трубопроводов, обеспечение механической защиты становится неотъемлемой составляющей, поскольку её отсутствие может привести к загрязнению окружающей среды и угрозе для жизни и здоровья людей и животных. Разработка и внедрение инновационных технологий в области механической защиты и безопасности трубопроводов является стратегической задачей, направленной на повышение надежности и экологической безопасности транспортировки нефти и газа [2, 6].

**2. Защита от коррозии.** Коррозия является одной из частых причин повреждений нефте- и газопроводов, поэтому защита от неё представляет собой важную задачу. Основные методы защиты от коррозии включают:

- пассивные подходы, которые включают в себя нанесение защитных покрытий или применение изоляционных материалов, таких как битумно-резиновые и полимерные ленты, а также специализированные методы укладки труб;
- активные способы, основанные на использовании электрохимической защиты труб;
- ограничение воздействия факторов окружающей среды при помощи ингибиторов, которые замедляют коррозионные процессы в металле.

Выбор определённого метода защиты зависит от типа трубопровода, способа его монтажа, а также от условий окружающей среды и воздействия на процессы разрушения материала труб. Наибольшей эффективности удастся достичь при комбинировании нескольких защитных методов, что значительно повышает срок службы и безопасность нефтегазопровода, особенно в сложных условиях [7–9].

При анализе пассивной защиты от коррозии следует отметить, что этот метод является наиболее распространённым и эффективным для подземной укладки трубопроводов. Пассивная защита делится на несколько категорий:

1. Специальный метод укладки. Этот подход включает создание расстояния между землёй и наружной стенкой трубопровода, что эффективно защищает от вредного воздействия агрессивных элементов, содержащихся в почве.

2. Применение защитных покрытий. Данный метод предполагает обработку поверхности трубопровода специфическими составами, которые обеспечивают устойчивость к агрессивным веществам, содержащимся в грунте.

3. Использование специализированных химических смесей. В этом случае на поверхность трубопровода наносятся определённые химические материалы, которые формируют защитный барьер и замедляют процесс коррозии.

Проведя анализ активной защиты, можно сказать, что это комплекс мероприятий, направленных на предотвращение процесса коррозионных процессов с использованием внешних источников тока и электрохимических реакций, таких как ионный обмен. К ним относятся следующие методы:

– Электродренажная защита. Этот метод использует электрический ток для создания защитного потенциала на поверхности нефтегазопровода с целью противодействия блуждающим токам и включает в себя установку дренажных защитных устройств, фланцевой изоляции и электрических завес;

– Анодная защита. Основана на использовании анодов для предотвращения коррозии металлических трубопроводов. Метод предполагает установку анода (обычно из высокорекреационного металла, например, такого как магний или цинк) и импульсного анода, подключаемого к трубопроводу;

– Катодная защита. Этот метод основан на катодной поляризации металла в присутствии постоянного тока. Метод предотвращает коррозию металла в трубопроводе, используя пораженный объект в качестве анода и направляя на него процесс коррозии. В результате на защищенном объекте коррозия происходит в очень малой степени [3, 10].

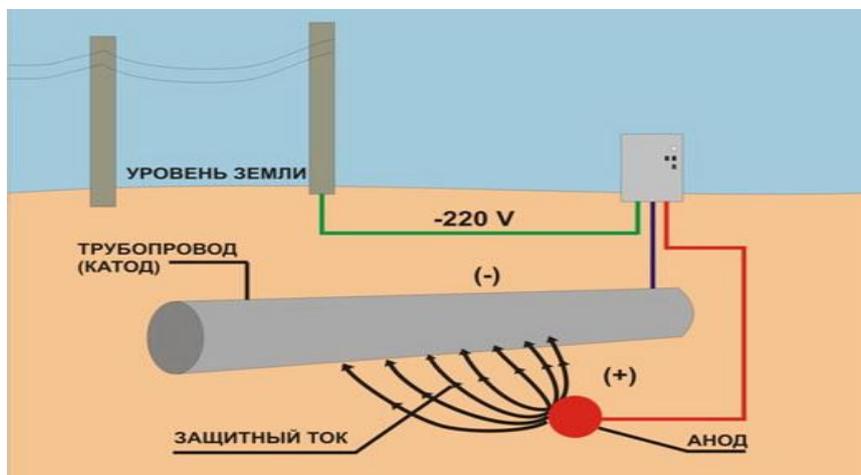


Рис. 2. Принципиальная схема катодной защиты

В процессе добычи нефти и газа трубы подвергаются серьезному воздействию воды и различных агрессивных химических веществ, которые встречаются в природной среде или в ископаемом топливе. Для снижения агрессивности этих сред и предотвращения коррозии стенок трубопроводов может использоваться ингибиторная защита.

Данный метод заключается в добавлении в окружающую среду ингибиторов, которые взаимодействуют с коррозионно активными веществами и минимизируют их негативное воздействие на поверхность труб. Эффективность этого способа высока, он прост в реализации и требует относительно небольших финансовых вложений [4, 11].

Выбор способа защиты от коррозии определяется множеством факторов, поэтому нецелесообразно ограничиваться единственным методом. Наилучшие результаты достигаются при комбинировании различных подходов, что обеспечивает более полную защиту металлических конструкций. Согласно ряду исследований, эти методы хорошо зарекомендовали себя, хотя в будущем существуют возможности для их совершенствования.

– **3. Использование беспилотных систем.** В современном мире всё активнее применяется дистанционный мониторинг трубопроводов с использованием пилотируемых летательных аппаратов, таких как вертолёты и самолёты, а также специальной техники с высокой проходимостью. Однако традиционные методы требуют значительных временных и финансовых затрат. В качестве более экономичного решения появились беспилотные летательные аппараты (БПЛА) [3, 4]. Квадрокоптеры предоставляют множество преимуществ для наблюдения за нефтегазопроводами, включая:

- возможность работы в труднодоступных районах;
- быстрая скорость полёта и получения результатов съёмки;
- меньшие эксплуатационные расходы;
- работа на небольших высотах;
- обработка информации о утечках в реальном времени.

В настоящее время, благодаря своей мобильности и многофункциональности, технологии беспилотных летательных аппаратов находят широкое применение в сфере нефтегаза. Квадрокоптеры, оснащенные высококачественными камерами, способными обеспечивать широкий угол обзора и возможность зумирования, демонстрируют эффективность в выявлении мелких отклонений в функционировании нефтегазопроводов.

Эти устройства могут дополнительно комплектоваться различными подвесными системами, что позволяет им регистрировать изменения температурного режима и выполнять анализ газовых выбросов. Согласно данным исследования, проведенного в 2022 году, использование дронов в мониторинге трубопроводов снижает время обследования объектов до 75 %, что значительно увеличивает эффективность работ в данной области. Поскольку технологии продолжают развиваться, их применение в нефтегазовой отрасли предположительно будет расти, учитывая растущие требования к безопасности и экологии.

Среди множества представленного на рынке оборудования, модель Matrice 300 RTK, выпущенная в 2020 году, показывает наивысшую производительность. С разнообразными модулями на борту, этот дрон утвердился как ведущий в сегменте профессионального оборудования для дистанционного мониторинга. Учитывая условия эксплуатации, его конструкция включает расширенный диапазон рабочих температур, что позволяет устройству функционировать даже в сложных условиях, и повышенный уровень защиты от несанкционированного доступа.

Дополнительно, данная модель может быть оснащена различными устройствами, включая универсальную гибридную камеру Zennuse H20, которая оснащена тепловизионными функциями для обнаружения малейших изменений температуры, что позволяет выявлять небольшие утечки. Также предусмотрен легкий газовый анализатор U10 с современным программным обеспечением, способный мониторить незначительные утечки газа. Эти инструменты обеспечивают возможность беспилотнику выполнять высококачественные инспекции объектов нефтегазовой отрасли. Оба устройства устанавливаются на трехосевые стабилизаторы и совместно работают с бесколлекторными электрическими двигателями, что гарантирует качественную видеозапись и комфортные условия для оператора [3, 4].

Представленное оборудование позволяет БПЛА осуществлять следующие операции:

- обнаружение утечек метана при низких концентрациях на значительных расстояниях с передачей данных в реальном времени;
- фотосъемку трубопроводных участков с помощью высококачественных камер;
- мониторинг изменений концентрации газа в заданные временные интервалы;
- дистанционное обследование и диагностику энергетических объектов с использованием камер с высоким оптическим зумом;
- выявление нелегальных подключений и утечек углеводородов на длине трубопровода с применением тепловизионных технологий, включая участки, расположенные на небольших глубинах [5, 6, 7].

По указанным функциональным возможностям можно сделать вывод о том, что беспилотные системы демонстрируют явные преимущества перед традиционными методами мониторинга и обнаружения повреждений нефтегазопроводов. Рассматриваемая модель является одной из наиболее эффективных и востребованных решений в сфере дистанционного контроля состояния трубопроводов.

**4. Самовосстанавливающиеся материалы.** Применение умных материалов для нефтегазопроводов, способных самовосстанавливаться, имеет значительный потенциал для повышения надежности и безопасности трубопроводной инфраструктуры в скором будущем [12–14]. Перспективные направления в области новых материалов для трубопроводов могут включать:

1. Самовосстанавливающиеся полимеры. Эти материалы содержат микрокапсулы с реагентами, которые при повреждении высвобождаются и химически реагируют, заполняя трещины и восстанавливая целостность.

2. Композиты с памятью формы. Эти материалы способны возвращаться к первоначальной форме после деформации, что позволяет закрыть трещины и предотвратить дальнейшие повреждения.

3. Гидрогели. Эти материалы могут изменять свою структуру в ответ на механические нагрузки, что позволяет им восстанавливать целостность при небольших повреждениях.

Преимущества применения таких материалов при строительстве магистральных трубопроводов:

- увеличение срока службы трубопроводов;
- снижение затрат на обслуживание и ремонты;
- повышение безопасности за счет уменьшения вероятности утечек [8].

**Выводы.** Проанализировав основные методы защиты нефтегазопроводов от механических повреждений, а также отметив основные достоинства и недостатки каждого из них, был выбран надежный, удобный и современный дистанционный мониторинг с помощью БПЛА. Создание и развитие новых методов будет способствовать обеспечению безопасности и надёжности эксплуатации трубопроводов, а также повысит эффективность транспортировки нефти и газа.

#### Библиографический список

1. Влияние коррозии на срок службы нефтегазопроводов и методы борьбы с ней / А. Алламырадов, А. Алламырадова, А. Алланурова, Л. Амангелдиева // Символ науки: международный научный журнал. 2024. №10–1. С. 27–28.
  2. Влияние коррозии на срок службы нефтегазопроводов и методы борьбы с ней / М. Баймырадов, А. Бердиева, М. Чарьяргулыева, С. Дурдыева // Академическая публицистика. 2024. № 11–1. С. 49–51.
  3. Мониторинг технического состояния трубопроводов по космической съемке и БПЛА [Электронный ресурс]. URL: <https://innoter.com/articles/monitoring-sostoyaniya-truboprovodov-po-kosmicheskoy-semke/> (дата обращения: 30.03.2025).
  4. Дроны для мониторинга трубопроводов [Электронный ресурс]. URL: <https://brlab.ru/scopes/monitoring/> (дата обращения: 01.04.2025).
  5. Панков А.А., Гумеров А.К. Мониторинг технического состояния магистральных трубопроводов // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие»: материалы Всероссийских (национальных) научных конференций. СПб.: Частное научно-образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Гуманитарный национальный исследовательский институт «НАЦРАЗВИТИЕ», 2021. С. 139–140.
  6. Инновационный изоляционный материал в аспекте обеспечения безопасности транспорта углеводородного сырья / И. Ф. Гладких, М. А. Гладких, П. И. Солони [и др.] // Нефтегазовое дело. 2024. № 4. С. 304–312.
  7. 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.
  8. 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.
  9. Наконечная О.А., Калинина А.И., Петрикеева Н.А. Генная инженерия и нефтегазовая отрасль: перспективы взаимодействия // Проблемы и перспективы развития России: молодежный взгляд в будущее: сборник научных статей 7-й Всероссийской научной конференции: в 4-х томах. Курск, 2024. С. 213–216.
  10. Бохан А.Р., Калинина А.И., Петрикеева Н.А. Коррозионные процессы нефтегазопроводов // Нефтяная столица. Пятый Международный молодежный научно-практический форум. Сургут, 2022. С. 44–46.
  11. Голядкина А.Д., Мартыненко Г.Н., Петрикеева Н.А. «Живые» материалы в строительстве // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. № 3 (28). С. 32–37.
  12. Тульская С.Г., Калинина А.И., Петрикеева Н.А. Основные аспекты экологических проблем нефтегазовой отрасли // Нефтяная столица: материалы 4-й Международного молодежного научно-практического форума. Ханты-Мансийск, 2021. С. 199–202.
  13. Сравнительный расчет изоляционных материалов, применяемых в трубопроводных конструкциях / К.А. Григорьева, Е.Е. Ерилова, Н.А. Петрикеева, Д.М. Чудинов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2020. № 4 (21). С. 28–38.
  14. Копытина Е.А., Петрикеева Н.А. Оптимизация стоимости доставки ресурсов при строительстве инженерных коммуникаций // ВІМ. Проектирование. Строительство. Эксплуатация: материалы Всероссийского форума. Под редакцией Д.К. Проскурина. 2018. С. 51–55.
- Для цитирования: Ермаков А.С., Аралов Е.С., Калинина А.И. Методы защиты нефтегазопроводов от механических повреждений // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2025. №2 (39). С. 46–51.

## **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.