

**ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО  
ИНФРАСТРУКТУРА  
КОММУНИКАЦИИ**

**Выпуск № 4(37) 2024**

**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 № 4(37)**

**Декабрь, 2024**

- 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 25.12.2024. Усл. печ. л. 5,5. Формат 60×84/8. Тираж 25 экз. Заказ № 293.

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>ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ, РЕСТАВРАЦИЯ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ИСТОРИКО-АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ .....</b>	<b>6</b>
<i>Сокольская О. Н., Дубиненко Н. А.</i> Архитектурно-планировочные особенности Тимашевского микрорайона Садовод .....	6
<b>ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ .....</b>	<b>12</b>
<i>Гуляев И. И., Никольская Н. Г., Рошупкина И. В.</i> Анализ тенденций и рисков развития инфраструктуры сжиженного природного газа в России .....	12
<i>Попова Н. М., Чудинов Д. М., Никитенко О. В.</i> Выбор оптимального варианта теплоизоляции .....	18
<b>ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ .....</b>	<b>23</b>
<i>Дикарева В. И., Аралов Е. С., Плаксина Е. В.</i> Особенности применения песконефтеуловителей .....	23
<b>ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА .....</b>	<b>28</b>
<i>Серикова И. А.</i> Пути повышения автоматизации и эффективности организации строительства с привлечением современных систем теледиспетчеризации .....	28
<b>СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ, БАЗ И ХРАНИЛИЩ .....</b>	<b>35</b>
<i>Кузьмина А. А., Бурлуцкий Д. С., Калинина А. И.</i> Актуальные методы теплоизоляционной защиты резервуаров .....	35
<i>Наконечная О. А., Полудкин А. Р., Калинина А. И.</i> Горизонтальные цилиндрические резервуары на саях .....	40
<b>ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ.....</b>	<b>46</b>

---

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

---

УДК 711.4

## АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТИМАШЕВСКОГО МИКРОРАЙОНА САДОВОД

О. Н. Сокольская, Н. А. Дубиненко

---

*Кубанский государственный технологический университет*

*О. Н. Сокольская, канд. техн. наук, доц. кафедры архитектуры гражданских и промышленных зданий им. А. В. Титова*

*Россия, г. Краснодар, тел.: +7(929)841-82-02, e-mail: ons33@mail.ru*

*Н. А. Дубиненко, студент кафедры архитектуры гражданских и промышленных зданий им. А. В. Титова  
Россия, г. Краснодар, тел.: +7(989)806-25-65, e-mail: nikita-dubinenko@yandex.com*

---

**Постановка задачи.** На сегодняшний день всё более заметной становится тенденция возрастания внимания со стороны общественности и государства к сохранению памятников прошлого. В связи с этим актуальность приобретают исследования в области архитектурно-планировочных решений, связанных с Тимашевским микрорайоном Садовод, являющимся уникальным примером югославского градостроительства, объектом исторического наследия 1980-х годов.

**Результаты.** В данной работе представлен результат исследования комплекса мероприятий по планированию и строительству Тимашевского микрорайона Садовод специалистами из СФСР Югославии. Изучены различные градостроительные, в том числе инновационные, подходы 80-х годов прошлого века. Рассмотрено современное состояние жилого массива.

**Выводы.** По итогу работы над исследованием, включающим в себя историю строительства микрорайона, его особенности и характеристику современного состояния, можно сделать вывод, что в настоящий момент Тимашевский микрорайон Садовод является уникальным примером планирования жилого района не только для Краснодарского края, но и для всей Российской Федерации. Именно поэтому важно проводить мероприятия, направленные на сохранение уникального наследия прошлого.

**Ключевые слова:** памятник архитектуры, Югославия, градостроительство, Краснодарский край, микрорайон Садовод, наследие.

**Введение.** Практически всем жителям постсоветских стран знакомы типовые многоэтажные дома и во многом повторяющиеся подходы к формированию жилой застройки. При этом существуют и некоторые уникальные примеры микрорайонов, носящие статус экспериментальных. Чаще всего такие микрорайоны появлялись столицах союзных республик. Именно в связи с этим мало кто знает, что уникальный пример жилого района располагается в одном из городов степной части Краснодарского края. Речь здесь идёт о Тимашевске, районном центре Тимашевского района. Данный город многим кажется непримечательным, среднестатистическим кубанским населённым пунктом с населением менее 100 тыс. человек, при этом там расположен уникальный микрорайон, спланированный и построенный специалистами из СФСР Югославии [1].

---

Данный город многим кажется непримечательным, среднестатистическим кубанским населённым пунктом с населением менее 100 тыс. человек, при этом там расположен уникальный микрорайон, спланированный и построенный специалистами из СФСР Югославии [1].

**1. Объект исследований.** Для написания данной работы в качестве объекта исследования был выбран микрорайон Садовод, расположенный в Краснодарском крае, в Тимашевском районе, в границах Тимашевского городского поселения. Географически микрорайон Садовод расположен в месте слияния рек Кирпили и Кирпильцы (две водные артерии огибают микрорайон с юга на запад) и впадения их в водохранилище [2]. С востока он ограничен трассой краевого значения Краснодар – Ейск, а с севера от него раскинулись поля и сады. Если рассматривать данный микрорайон относительно центра Тимашевска, то расположен он в северо-западном направлении, при этом отделен рекой Кирпильцы, из-за чего создаётся впечатление его обособленности от остального города.

**2. История строительства.** В 1980-х годах был заключён договор между СССР и СФСР Югославией, по которому в городе Тимашевске началось строительство крупнейшего в Европе агропромышленного комбината (АПК) «Кубань», призванного кардинально изменить жизнь во всём Тимашевском районе [3]. Уже в 1894 году АПК «Кубань» был запущен и теперь перед местными властями остро встал вопрос о предоставлении жилья работникам данного предприятия, для чего на северной окраине города началось строительство нового рабочего посёлка [4].

Место под возведение жилой застройки было выделено в некотором отдалении от остального города, это было сделано не случайно. В первую очередь проектировщики нового посёлка заботились об экологической безопасности его будущих жителей, вследствие чего строительство было решено начать на северной окраине Тимашевска, так как именно эта территория имела наибольшее отдаление от городских производств, а значит от шума и выбросов. Кроме того, ещё один критерий, благодаря которому была выбрана конкретно эта территория, – это богатство местной природы: земли на берегу Тимашевского водохранилища, образованного при слиянии двух рек, представляли собой очень живописное и приятное место [5].

Строительство посёлка для АПК «Кубань» велось силами специалистов из СФСР Югославии, вследствие чего ещё на этапе планирования зона жилой застройки приняла некоторые черты, характерные больше для европейских стран, нежели для СССР [6].

**3. Описание микрорайона.** По итогам нескольких лет строительства, во второй половине 80-х годов прошлого столетия, югославы завершили возведение нового посёлка, расположенного на севере Тимашевска. Вскоре данный посёлок получил свое самобытное название – Садовод (такое название было выбрано, так как населённый пункт располагался рядом с одноимённым совхозом) [7].

С организационно-планировочной точки зрения посёлок Садовод условно делится на несколько зон, отличающихся друг от друга по плотности жилой застройки. Среди них можно выделить: зону среднеэтажной застройки и зону малоэтажной застройки.

Зона среднеэтажной застройки представлена многоквартирными домами, этажность которых варьируется от 3 до 5 этажей. С архитектурной точки зрения данные здания относятся к стилю функционализм, при этом некоторые из них имеют наибольшее сходство с традиционными для постсоветского пространства панельными домами (рис. 1а). Другие же имеют куда больше отличий, так как во многом при их проектировании югославские строители опирались на опыт именно своей страны, на её архитектуру (рис. 1б).

Остальная территория посёлка представляет собой зону малоэтажной застройки, которая условно делится на две части: одна часть – это кварталы вилл, а другая часть –

кварталы коттеджей. Именно на этом типе застройки следует остановиться подробнее вследствие его уникальности.



а



б

**Рис. 1.** Многоквартирные дома посёлка Садовод: а – пример советской архитектуры, б – пример югославской архитектуры

Важно заметить, что, благодаря специалистам из Югославии, в посёлке Садовод была применена практика комплексного строительства индивидуальных малоэтажных жилых домов по типовым проектам (рис. 2). Данная практика широкого распространения на территории СССР не нашла, при этом она использовалась в некоторых странах Европы. Более того, югославы разделили землю индивидуального участка на задний и передний дворы: задний двор представлял собой огороженную, скрытую от посторонних глаз территорию, а передний – открытую для случайных прохожих (т.е. какое-либо ограждение отсутствовало) парадную часть, засаженную газоном. Данное решение тоже более характерно для западных стран, нежели для Советского Союза.



**Рис. 2.** Пример типовых малоэтажных зданий в посёлке Садовод

С точки зрения планирования улично-дорожной сети посёлок Садовод тоже уникален [8]. Определённая его часть состоит из классической для населённых пунктов Краснодарского края прямоугольной планировки улиц [9]. Но при этом та территория, которая застроена виллами и коттеджами, представляет собой фрагмент кольцевой системы.

Так, улицы им. 70 лет Октября и Советско-Югославской дружбы по форме напоминают две параллельные дуги, связь между ними организована благодаря улицам Трудовой Славы и Олеко Дундича, напоминающим бульвары (проезжие части на них разделены деревьями). Кроме того, в рамках описанного фрагмента кольцевой системы существует несколько тупиковых переулков, оканчивающихся круговым движением.

Главной магистралью посёлка Садовод является улица им. 70 лет Октября, именно она имеет ключевое значение в организации транспортного движения. В свою очередь, улицы Советско-Югославской дружбы, Трудовой Славы и Строителей выполняют функции магистралей местного значения, налаживают транспортное сообщение внутри жилой зоны.

Югославские проектировщики очень ответственно отнеслись к созданию нового посёлка, вследствие чего здесь была построена вся инфраструктура, необходимая для жизни людей. Так, социальные объекты представлены двумя детскими садами, школой, большим стадионом «Колос» и поликлиникой. На главной площади населенного пункта расположилась гостиница «Дружба» (так как посёлок создавался в качестве новой «визитной карточки» советской Кубани, то именно в эту гостиницу предполагалось заселять гостей) (рис. 3), напротив неё главный универмаг, в который продукты поставлялись напрямую с АПК «Кубань», а также почта, банк и ресторан [10].



Рис. 3. Вид на гостиницу «Дружба»

На фоне остальных жилых районов Тимашевска посёлок Садовод особенно выделялся своими общественными пространствами, благоустройством которых тоже занимались югославские строители, благодаря чему эти пространства представляют собой свободные, открытые территории – газоны [11]. Одним из важнейших общественных пространств посёлка является пляж, обустроенный на берегу местного водохранилища.

Ещё при строительстве Садовода много внимания было уделено озеленению улиц и дворов. Так, вдоль главной магистрали населённого пункта высаживали преимущественно деревья и кустарники хвойных пород (помимо них встречаются липа и орех). Улицы местного значения, в соответствии с кубанской спецификой, озеленяли фруктовыми деревьями. Во дворах жилых домов и на главной площади можно наблюдать лиственные деревья (в частности берёзу и орех), также присутствуют хвойные кусты, кусты шиповника, разнообразные цветы.

Из инноваций того времени, при строительстве посёлка была спланирована и впоследствии реализована система подземной разводки коммуникаций, в частности линий электроснабжения (даже в столице Кубани такие технологии на том историческом этапе не применялись) [12]. Вместе с тем, для ночного освещения улиц установили фонарные столбы

(рис. 4), отличавшиеся от типовых, которые применялись при освещении остального Тимашевска. Также, все тротуары посёлка были вымощены специальными долговечными югославскими плитами.



Рис. 4. Вид фонарного столба в микрорайоне Садовод

**4. Современное состояние микрорайона.** С распадом СССР в Тимашевском районе начали происходить некоторые административно-территориальные преобразования. В частности, некоторые посёлки-спутники Тимашевска были официально включены в городскую черту. Коснулось это и посёлка Садовод – он был присоединён к городу, стал его полноценной частью.

В настоящий момент микрорайон Садовод является одним из самых комфортных жилых районов Тимашевска. Он расположен в живописном месте, на берегу реки, в удалении от промышленных предприятий, в окружении садов и полей. Примерная площадь застройки составляет 2,51 км<sup>2</sup>, а население – более 8,5 тыс. человек [13, 14].

Стоит заметить, что в последнее время видна тенденция ухудшения архитектурного облика микрорайона. В некогда уникальном не только для Кубани, но и для всей России, «памятнике» югославской архитектуры периода 1980-х годов стали происходить следующие изменения: многие жители как коттеджей и вилл, так и многоквартирных домов проводили всевозможные реконструкции и ремонты на свой манер [15, 16]. Результатом этого стала некоторая деградация внешнего облика зданий. Также кардинально изменились малоэтажные кварталы, вследствие того, что передние дворы перестали быть открытыми, были возведены заборы и ограждения.

В 2018 году администрацией Тимашевского городского поселения был проведён плановый ремонт энергосистемы в микрорайоне. При этом прежнюю систему подземной разводки коммуникаций посчитали малоэффективной, выполнив надземную прокладку. В результате чего уникальный облик микрорайона Садовод был утерян. Намного лучше ситуация обстоит с югославскими плитами, которыми были вымощены все тротуары и площади. Данные плиты, в соответствии с прогнозами, оказались долговечными и прекрасно сохранились вплоть до наших дней [17].

**Выводы.** Таким образом, микрорайон Садовод по многим параметрам является уникальным примером комфортной жилой территории. Благодаря работе строителей и проектировщиков из СФСР Югославии были применены инновационные по тем временам технологии, создана уникальная архитектурно-планировочная среда. На современном этапе существования микрорайона можно заметить некоторые тенденции, которые негативно

сказываются на его архитектуре. К ним можно отнести как искажение местными жителями первоначального облика зданий, так и уничтожение уникальной для Тимашевска системы подземной разводки линий энергоснабжения.

За годы своего существования Садовод стал образцом хорошей жизни для нескольких поколений тимашевцев. Очень многие люди стремились приобрести там жильё. И даже сейчас по окраинам микрорайона продолжается возведение новых малоэтажных зданий.

Можно сделать вывод, что микрорайон Садовод испытал на себе некоторые негативные факторы, но колоссального вреда местной городской среде нанесено не было. Поэтому, чтобы и дальше можно было сохранять уникальный облик данного микрорайона, следует выработать градостроительный план (подобный тому, который реализован для исторического центра Краснодара), основной целью которого будет реконструкция уникальной югославской архитектуры и её защита.

#### Библиографический список

1. История города. Администрация Тимашевского городского Поселения Тимашевского района Краснодарский край: официальный сайт. Тимашевск [Электронный ресурс]. URL: <https://городтимашевск.рф/item/1668397> (дата обращения: 26.08.2024).
2. История Тимашевска. Тимашевская межпоселенческая центральная библиотека: официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: [https://biblotim.ru/index/istorija\\_timashevskaja/0-165](https://biblotim.ru/index/istorija_timashevskaja/0-165) (дата обращения: 26.08.2024).
3. Центральный Комитет КПСС. Совет Министров СССР. Постановление от 7 июня 1984 года № 549 «О создании агропромышленного комбината «Кубань» в Краснодарском крае». Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/765707087> (дата обращения: 17.09.2024).
4. К 85-летию со дня рождения генерального директора «АПК Кубань» – Ломача М.М. (20.12.1936 – 27.05.1998 гг.). Тимашевский музей семьи Степановых: официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://музей-степановых.рф/news/k-85-letiyu-so-dnya-rozhdeniya-generalnogo-direktora-apk-kuban-lomacham-m-20-12-1936-27-05-1968gg/> (дата обращения: 04.10.2024).
5. Басманова Н.А. Заповедные уголки Тимашевска / Н.А. Басманова // Тимашевск, 2017. 253 с.
6. Лидеры экономики. 25 декабря исполняется тридцать лет со дня основания кондитерского комбината «Кубань». Вольная Кубань: официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://gazetavk.ru/?d=2018-12-20&t=28&s=24644> (дата обращения: 01.10.2024).
7. К 55-летию города Тимашевска. ООО «Садовод». Тимашевский музей семьи Степановых: официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://музей-степановых.рф/news/k-55-letiyu-goroda-timashevskaja-ooo-sadovod/> (дата обращения: 04.10.2024).
8. Перфильев Ю.Ю. Тимашевск – город-станция // География. 2021. № 10. С. 20–32.
9. Сокольская О.Н., Иванченко В.Т., Клименко В.В. Основы теории градостроительства и планировка населённых мест Краснодарского края // Краснодар: ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2022. 204 с.
10. История Тимашевска. 101Hotels.com: официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://101hotels.com/recreation/russia/timashevsk/history> (дата обращения: 28.08.2024).
11. На кургане славы. БезФормата: официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://timashevsk.bezformata.com/listnews/na-kurgane-slavi/71933378/> (дата обращения: 03.10.2024).
12. Прогулка по району Садовод в городе Тимашевск. Заметки о маленьких путешествиях [Электронный ресурс]. URL: <https://dzen.ru/id/66d1c5eb30f4303cdb89b211> (дата обращения: 04.10.2024).
13. Микрорайон Садовод в Тимашевске. Ginfo.ru: официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: [https://timashevsk.ginfo.ru/rayoni/mikrorayon\\_sadovod/](https://timashevsk.ginfo.ru/rayoni/mikrorayon_sadovod/) (дата обращения: 05.10.2024).
14. В микрорайон Садовод в Тимашевске проложат новый водопровод. Комсомольская правда: официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kuban.kp.ru/daily/27632/4983125/> (дата обращения: 05.10.2024).
15. Курочкин С.В. Тимашевск // Южанин. Главное о жизни на юге [Электронный ресурс]. URL: <https://yuganin.ru/to-read/districts/timashevsk> (дата обращения: 03.10.2024).
16. Кубанская Рублевка. Знамя труда: официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://zttim.ru/articles/kubanskaya-rublevka/> (дата обращения: 04.10.2024).
17. Таранова О.И., Сокольская О.Н. Формирование Краснодарской агломерации // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2024. № 1 (34). С. 6–10.  
*Для цитирования:* Сокольская О.Н., Дубиненко Н.А. Архитектурно-планировочные особенности Тимашевского микрорайона Садовод // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2024. №4 (37). С. 6–11.

---

# ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА, ГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ОСВЕЩЕНИЕ

---

УДК 338.27

## АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ И РИСКОВ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА В РОССИИ

И. И. Гуляев, Н. Г. Никольская, И. В. Рощупкина

---

*Воронежский государственный технический университет*

*И. И. Гуляев, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела*

*Россия, г. Воронеж, тел.: +7(952)100-87-64, e-mail: ilya-gulyaev.03@mail.ru*

*Н. Г. Никольская, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела*

*Россия, г. Воронеж, тел.: +7(950)773-17-33, e-mail: natananikolskaa250547@gmail.com*

*И. В. Рощупкина, ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела*

*Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)207-22-20, e-mail: iroshchupkina@cchgeu.ru*

---

**Постановка задачи.** В современных условиях развитие производства сжиженного природного газа (СПГ) и газотранспортной инфраструктуры в Российской Федерации невозможно представить без влияния различных факторов. Это внешняя и внутренняя политика не только самой страны, но и других стран, экономико-политические, технологические и социально-экологические, юридические факторы и даже отношения людей к этому производству. Для эффективного развития инфраструктуры СПГ необходимо четко осознавать многообразие возможных рисков с целью выработки оптимальной стратегии.

**Результаты.** На основе анализа сложившейся мировой и локальной ситуации в РФ в области СПГ, предложены три сценария перспективного развития в отрасли до 2035 года. Проведение SWOT и PESTEL анализов развития позволили установить сильные и слабые стороны перспективного развития СПГ в России, определить основные риски и оценить их.

**Выводы.** Наиболее вероятным вариантом развития ситуации является базовый сценарий, предусматривающий внедрение наилучших доступных технологий преимущественно для преобладающих производственных процессов; привлечение инвестиций и концессионных соглашений для разработки и использования высокоэкологических технологий; использование в качестве основного драйвера системы штрафов за превышение предельных значений выбросов для соблюдения экологического законодательства; всестороннее развитие и поддержка программ по импортозамещению; стабильный тренд роста по основным показателям функционирования топливно-энергетического комплекса за планируемый период; внедрение энергоемких производств и увеличение внутреннего потребления; увеличение доли экспорта в нефтегазовой отрасли; повышение эффективности транспорта углеводородов, экологичности добычи ресурсов и уменьшение удельных выбросов в окружающую среду.

**Ключевые слова:** сжиженный природный газ, газотранспортная инфраструктура, перспективное развитие, прогнозирование.

**Введение.** В экономике России топливно-энергетический комплекс (ТЭК) можно считать одним из центральных, составляющих базовую инфраструктуру, формирующим значительную часть доходов бюджета страны.

---

Предприятия ТЭК в значительной степени способствуют научно-техническому прогрессу и являются крупными заказчиками для других смежных отраслей [1, 2]. В среднесрочной перспективе до 2035 года важными задачами развития энергетики РФ являются содействие социально-экономическому развитию страны, сохранение и укрепление позиций в мировой энергетике [3, 4].

Мир активно стремится к снижению углеродного следа и переходу к более экологичным источникам энергии [5]. Мировой рынок энергетики переживает период значительных изменений, где устойчивое развитие и переход к более чистым источникам энергии выходят на передний план. Сжиженный природный газ (СПГ) играет в этом процессе ключевую роль как один из наиболее экологичных исходных ресурсов, способных обеспечить необходимый баланс между экологической безопасностью и энергетической надёжностью. Развитие производства СПГ в России позволяет стране занять достойное место в ряду ведущих экспортёров этого вида топлива [6–8].

Спрос на СПГ в мире продолжает расти благодаря его высокой транспортабельности и возможности использования в различных секторах экономики: от бытового отопления и электроэнергетики до транспорта и промышленности. Россия обладает одними из крупнейших в мире запасами природного газа, что создаёт благоприятные предпосылки для развития производства СПГ. Активное освоение этих ресурсов и их эффективное использование с целью увеличения доли на мировом рынке СПГ становится стратегической задачей, решение которой требует комплексного подхода, включая развитие технологий, строительство новых заводов и транспортной инфраструктуры. Развитие производства СПГ в России открывает новые возможности для удовлетворения этого спроса, укрепления экономики и расширения экспортного потенциала страны [9, 10].

Развитие производства СПГ в России также важно с точки зрения экологии, поскольку переход на СПГ может существенно снизить объемы выбросов парниковых газов, уменьшить загрязнение воздуха и способствовать более устойчивому использованию энергетических ресурсов. Повышение экологических требований к источникам энергии и необходимость сокращения выбросов углекислого газа делают СПГ предпочтительным выбором для многих стран [11, 12].

**1. Технологии производства СПГ.** Производство и последующий транспорт СПГ требуют внедрения высокоэффективных технологий, что делает необходимым инновационное технологическое развитие в отрасли. Внедрение новейших разработок и улучшение эффективности производственных процессов способствуют повышению конкурентоспособности Российского СПГ на мировом рынке. Технологии СПГ включают в себя пять ключевых этапов и процессов. На первом этапе осуществляется добыча газа и его подготовка с очисткой от сероводорода, углекислого газа, удалением влаги с целью исключения образования гидратов при сжижении. На втором этапе осуществляется достижение отрицательных температур около 162 °С в процессе линейного или циклического охлаждения. Сжатие газа до высокого давления обуславливает третий этап – сжижение. На четвертом этапе обеспечиваются оптимальные условия для содержания при низких температурах и транспортировке в специальных танкерах или резервуарах. Регазификация является пятым заключительным этапом, позволяющим превратить жидкую фазу в газообразную с применением специальных технологических циклов и установок [13].

Изучение технологии производства СПГ требует понимания физических и химических процессов, а также специализированных знаний в области инженерии, техники и безопасности. Технология производства СПГ постоянно совершенствуется для повышения эффективности, снижения затрат и обеспечения безопасности процессов [14, 15].

**2. Сценарии развития.** Были разработаны сценарии, отражающие различные возможные перспективные условия развития отрасли: базовый, оптимистичный,

пессимистичный. Применительно к проекту развития производства СПГ в России, SWOT-анализ представлен в таблице 1.

Таблица 1

## SWOT- анализ развития Российской Федерации в сфере СПГ

		<b>Сильные стороны</b>	<b>Слабые стороны</b>
Внутренние		Обширные природные ресурсы: Россия обладает одними из крупнейших в мире запасами природного газа, что обеспечивает сильную стартовую позицию для развития производства СПГ.	Недостаточная развитость некоторых участков газотранспортной инфраструктуры.
		Накопленный опыт и технологии в области добычи и транспортировки природного газа.	Технологические ограничения в производстве СПГ.
		Существующая развитая инфраструктура по добыче и транспорту.	Значительные стартовые инвестиции в создание инфраструктуры и высокие капитальные вложения.
Внешние		Географическое положение: Удобное географическое положение для экспорта СПГ в Европу и Азиатско-Тихоокеанский регион.	Высокая степень зависимости от внешнего финансирования и инвестиций.
		Диверсификация маршрутов поставок: Россия активно развивает различные маршруты поставок газа в Европу, что повышает надежность и устойчивость.	Ограниченный доступ к некоторым ключевым технологиям сжижения газа из-за санкционных ограничений.
		Взаимоотношения со стороны Китая, стран БРИКС, Африки для создания крупных проектов.	Геополитические риски: Геополитические факторы могут повлиять на экспорт и инвестиции в СПГ.
Внутренние		<b>Возможности</b>	<b>Угрозы</b>
		Возрастание потребности в экологически чистых источниках энергии и спроса на них в мировом масштабе.	Значительный объем инвестиций в разработку месторождений с инфраструктурой.
		Развитие инновационных технологий в области сжижения и последующего транспорта.	Зависимость от иностранных технологий в области сжижения природного газа и строительства газотранспортной инфраструктуры может стать уязвимым местом при ужесточении санкций.
Внешние		Политическая и экономическая поддержка государства для стратегически важных проектов в сфере СПГ.	Ужесточение экологических норм и регуляций в отношении добычи и транспортировки углеводородов может повысить затраты и усложнить реализацию проектов.
		Укрепление международного сотрудничества и партнерства.	Международные санкции и политическая изоляция России могут ограничивать доступ к технологиям и зарубежным рынкам, усложнить привлечение иностранных инвестиций.
		Расширение географии экспорта за счет новых рынков в Азии и других регионах.	Усиление конкуренции со стороны крупных производителей СПГ, таких как США, Катар, и Австралия.

Проведенный PESTEL анализ включает в себя оценку политических, экономических, социальных, технологических, экологических и правовых аспектов. Применение данного анализа позволяет выявить внешние факторы риска и возможности, что особенно важно для

масштабных проектов в области энергетики, таких как развитие производства СПГ в России [16, 17]. Применительно к проекту развития производства СПГ в России, PESTEL-анализ представлен в таблице 2.

Таблица 2

## PESTEL-анализ развития Российской Федерации в сфере СПГ

Категория рисков	Наименование фактора	Вклад фактора (0–100)	Вклад категории, %
1	2	3	4
Политические	1. Ограничение доступа к международным рынкам	97,5	27,25
	2. Ограничение доступа к современным технологиям	85,00	
	3. Ограничение доступа к финансам	82,50	
	4. Внутренняя политическая нестабильность	80,00	
	5. Изменения в законодательстве Российской Федерации	80,00	
	6. Отказ иностранных инвесторов от международных проектов	80,00	
	7. Отсутствие сотрудничества в разработке СПГ	77,50	
	8. Нестабильность рынка сбыта	42,50	
Экономические	1. Низкие цены на углеводороды проектов по производству СПГ	92,5	15,57
	2. Сильные колебания курса рубля	85,00	
	3. Критическое увеличение срока окупаемости проектов	84,00	
	4. Увеличение логических издержек из-за санкций	72,50	
	5. Нестабильность спроса на отечественные технологии	71,00	
	6. Снижение международных и внутренних поставок ресурсов	62,00	
	7. Снижение привлекательности инвестиции в проекты по СПГ	60,00	
Социаль-ные	1. Растущая обеспокоенность экологическими проблемами	45,00	5,35
	2. Изменения в структуре населения и миграционные процессы	25,00	
	3. Отрицательное отношение населения к производству углеводородов	20,00	
	4. Возростание количества нарушений в сложных технологических процессах	15,00	
Технологические	1. Ограниченный доступ к передовым технологиям в сфере СПГ	100,00	7,91
	2. Недостаток инвестиций в исследования и разработках	82,50	
	3. Увеличение количества аварийных ситуации на НПЗ	82,50	
	4. Опасность кибератак, диверсий и полетов БПЛА	75,00	
	5. Замедление строительства инфраструктур, связанные с СПГ	72,50	
	6. Снижение темпов внедрения технологии, из-за сложности в обслуживании новых оборудования	65,00	
	7. Провал в проведении поисковых и геологических работ	62,50	
Экологические	1. Ужесточение международных и национальных требований к сокращению выбросов парниковых газов	30,00	6,26
	2. Риск аварий и утечек при добыче и транспортировке газа	27,50	
	3. Отсутствие мотиваций в компаниях по политике экологичности	20,00	
	4. Недобросовестное использование ресурсов в частных компаниях	17,50	6,26
	5. Увеличение природных катаклизмов	15,00	
	6. Изменение спроса на топливо в связи с изменением климата	12,50	

Окончание табл. 2

Юридические	1. Введение новых налогов.	70,00	21,45
	2. Ограничения на использование морских путей	67,50	
	3. Экспортные ограничения.	62,50	
	4. Введение новых экологических норм и регуляций	52,50	
	5. Отсутствие нормативного репрезентативного регламента по сбору информации	40,00	
	6. Ужесточение требований экологического законодательства в части выбросов парниковых газов	37,50	

Положение России как одного из крупнейших игроков на мировом энергетическом рынке обуславливает важность развития экспортных маршрутов СПГ и укрепления энергетических партнёрств. В условиях меняющейся геополитической обстановки и конкуренции за рынки сбыта, развитие СПГ-проектов и инфраструктуры позволяет России наращивать экспортный потенциал и укреплять свои позиции на глобальном уровне. Развитие собственной газотранспортной инфраструктуры позволяет диверсифицировать маршруты поставок, снижая зависимость от традиционных трубопроводных экспортных путей и увеличивая гибкость в управлении энергоресурсами [18–20].

Можно выделить наиболее весомые факторы, основополагающие для перспективного развития.

1. Рост производства СПГ в России. Производство сжиженного природного газа (СПГ) в России является одной из наиболее быстрорастущих и инвестиционно привлекательных отраслей промышленности. Крупные и среднетоннажные проекты, такие как «Сахалинская энергия», «Ямал СПГ», «Криогаз-Высоцк» и «Газпром СПГ Портовая», а также новые арктические проекты способствуют увеличению объемов производства.

2. Внутренний рынок СПГ. Он включает автономную газификацию и использование газомоторного топлива. Государственные субсидии для инвесторов криоАЗС и малотоннажных заводов СПГ поддерживают развитие этого сегмента.

3. Планы на будущее. К 2035 году Россия планирует увеличить производство СПГ до 140 млн. тонн в год и занять около 20 % мирового рынка благодаря низкой себестоимости добычи и конкурентной логистике.

4. Форумы и выставки. Международные форумы, такие как например «СПГ: экономика, технологии, решения», предоставляют площадку для обсуждения актуальных вопросов развития отрасли СПГ в России и мире. Они объединяют экспертов, представителей компаний и специалистов отрасли [19, 20].

**Выводы.** Наиболее вероятным является внедрение базового сценария. Сравнение с другими сценариями идет за счет отклонения в случаях оптимистичного и негативного вектора развития. Шанс негативного сценария также существует вследствие введения внешних ограничений разных государств. Но такие ограничения в дальнейшем будущем могут стать и предпосылкой оптимистичного прогноза. Для негативного сценария расходы могут увеличиться на 15–20 %, увеличится срок выполнения разных работ (5 %), а прочие показатели уменьшатся на 10 % вследствие разных причин, но преимущественно из-за санкций. В свою же очередь, при оптимистичном прогнозе расходы уменьшатся на 15–20 % (из-за экологичности СПГ), срок выполнения увеличится (риски зависят от иностранных партнеров и внутреннего роста количества мастеров), прочие показатели увеличатся на 20 %.

#### Библиографический список

1. Ульченко М.В. Производство сжиженного природного газа: особенности конкуренции на мировом рынке // Фундаментальные исследования. 2021. №4. С. 96–101.

2. Алексеенко Н.В., Черновский Д.А., Затолокина М.Ю. Влияние российской экономики на мировой энергетический рынок сжиженного природного газа // Транспортное дело России. 2023. №6. С. 277–281.
3. Мартыненко Г.Н., Китаев Д.Н. Перспективы развития системы газоснабжения городского округа г. Воронеж на период до 2035 г. // Научный журнал строительства и архитектуры. 2018. №3(51). С. 11–21.
4. Марченко С.С., Матвеева А.А. Расширение производства сжиженного природного газа как инновационное направление развития транспортной отрасли. // Современные проблемы инновационной экономики. 2023. №9. С. 305–307.
5. Диагностика загрязнения окружающей среды и комплексный подход к ее защите / М.Ю. Копытина, Д.Н. Китаев, Т.В. Щукина, Е.А. Апойкова // Экология и промышленность России. 2017. Т. 21. №4. С. 59–63.
6. Галямова Э.Ф. Трансформация глобального рынка сжиженного природного газа. // Components of Scientific and Technological Progress. 2023. №3(81). С. 66–70.
7. Бабурдина О.А., Васильчиков А.В., Франк Е.В. Региональные аспекты формирования процесса по производству сжиженного природного газа // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2023. №10(228). С. 26–37.
8. Федорова Е.Б. Новые вызовы и возможности для российской индустрии сжиженного природного газа в современных условиях // Научный журнал Российского газового общества. 2024. №2(44). С. 114–120.
9. Коэффициент сжимаемости природного газа расчетного состава / Д.Н. Китаев, Д.О. Недобежкин, В.М. Богданов, Т. Бейманов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2019. №1(14). С. 29–33.
10. Купцов Н.В., Лилль А.В. Современное состояние и возможные перспективы использования танк-контейнеров сжиженного природного газа. // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. 2023. Т. 15. №2. С. 247–261.
11. Тульская С.Г., Калинина А.И., Петрикеева Н.А. Основные аспекты экологических проблем нефтегазовой отрасли // Нефтяная столица: материалы 4-го Международного молодежного научно-практического форума. Ханты-Мансийск, 2021. С. 199–202.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. Михайлова Е.О., Китаев Д.Н. Прогнозирование гидравлических характеристик газопроводных сетей на газораспределительных пунктах // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2017. №3(8). С. 23–29.
16. Ульченко М.В. Современное состояние глобального рынка сжиженного природного газа и перспективы реализации Российских арктических СПГ-проектов // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2023. Т. 26. №4(82). С. 85–103.
17. 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.
18. Копытина Е.А., Петрикеева Н.А., Чудинов Д.М. Определение тенденции развития строительной организации на основе прогнозирования временных рядов // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 1 (19). С. 87–91.
19. 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.
20. Корнеев Д.В. Цели устойчивого развития и конкуренция трубопроводного и сжиженного природного газа // XXXVI Международные Плехановские чтения: сборник статей участников конференции. В 4-х томах. Москва, 2023. С. 286–291.

*Для цитирования:* Гуляев И.И., Никольская Н.Г., Рощупкина И.В. Анализ тенденций и рисков развития инфраструктуры сжиженного природного газа в России // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2024. №4 (37). С. 12–17.

УДК 662.998

**ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ**

Н. М. Попова, Д. М. Чудинов, О. В. Никитенко

*Воронежский государственный технический университет**Н. М. Попова, ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-53-21, e-mail: exclusiv.na@mail.ru**Д. М. Чудинов, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)207-22-20, e-mail: dmch\_@mail.ru**О. В. Никитенко, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел. +7(900)961-42-76, e-mail: oaa80667@gmail.com*

**Постановка задачи.** Произведён анализ физических и технических характеристик ППМ и ППУ изоляции с целью определения оптимального соотношения качества и стоимости. Дана оценка эффективности каждого вида тепловой изоляции, выбран наиболее целесообразный материал использования его в системах теплоснабжения в условиях современного рынка теплоэнергетики.

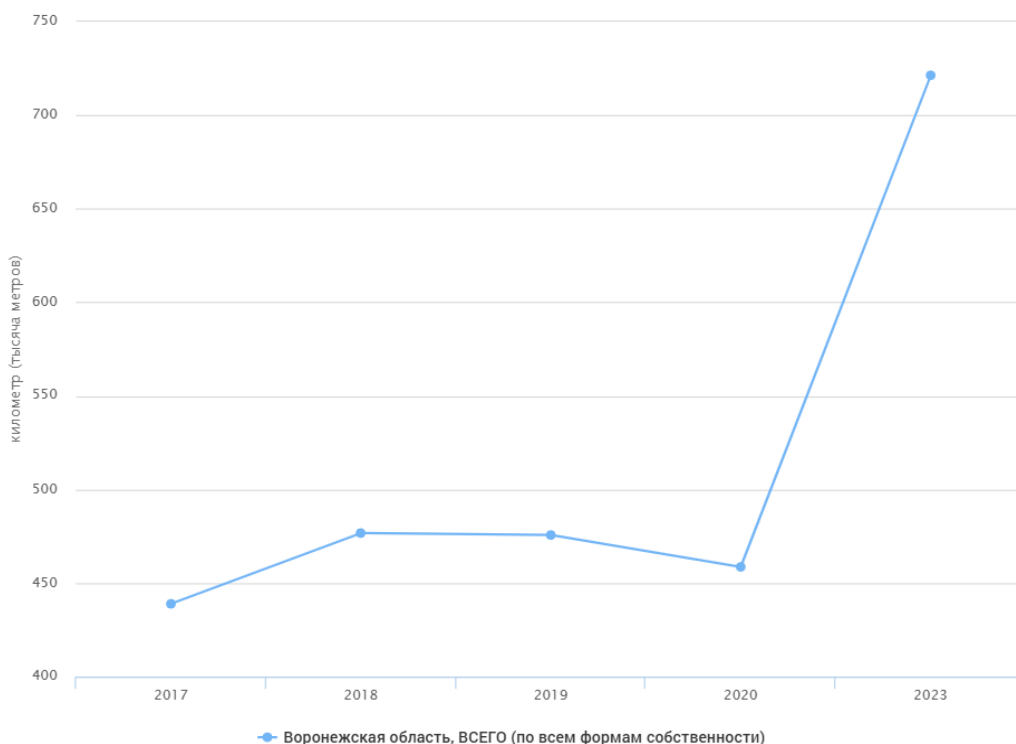
**Результаты.** Выбор между ППМ и ППУ изоляции связан с правильным использованием каждого вида изоляции в наиболее подходящих для материала условиях. Для каждого объекта, где необходима прокладка труб в изоляции, она подбирается индивидуально, учитывая такие факторы как: стоимость материалов и работ, теплопроводность, водопроницаемость.

**Выводы.** Экономически оптимальным применением ППМИ будет являться: прокладка изоляции в грунте с низкой влажностью и в канальных сетях за счет своей водопроницаемости и плотности. ППУИ обычно применяют в тепловых магистралях и на тех участках сети, на которых исключена вероятность разрушения тепловой изоляции, а вместе с тем и сигнального провода.

**Ключевые слова:** теплоснабжение, тепловая изоляция, энергетическая эффективность, пенополиуретан, пенополимерминеральная изоляция.

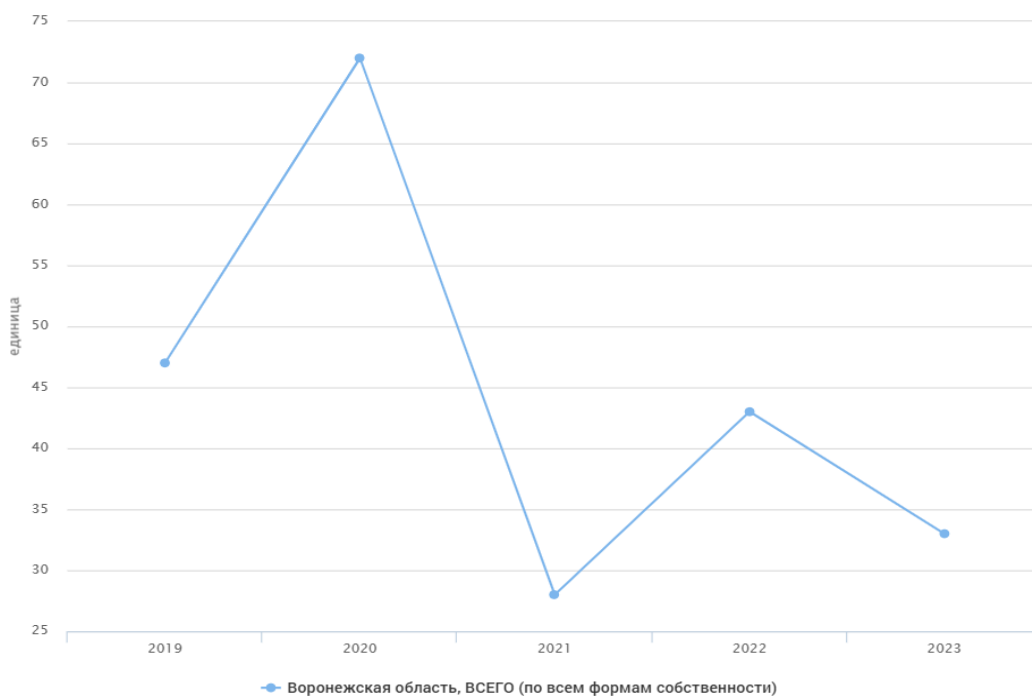
**Введение.** Из года в год в неотапительный период проходят ремонтные и восстановительные работы на тепловых сетях. Одним из актуальных вопросов для Воронежской области является замена устаревших теплоизоляционных материалов на более современные и долговечные. Эффективность, простота установки, надежность и цена монтажа играют не последнюю роль при рассмотрении вопроса выбора теплоизоляции. Самыми распространенными видами теплоизоляции труб являются – пенополиуретановая изоляция (ППУ) с защитной оболочкой и пенополимерминеральная (ППМ) изоляция. Главной задачей для тепловых сетей кроме их бесперебойной работы является увеличение энергоэффективности и снижение тепловых потерь в эксплуатационный период.

**1. Аварийность тепловых сетей.** По данным Росстата [1] протяжённость теплопровода в Воронежской области, который нуждался в замене в период 2000–2023 год составила около 265 километров. За последнюю пятилетку статистические данные распределились следующим образом (рис.1). С 2020 года мы наблюдаем резкий скачок трубопроводной изоляции, требующей срочной замены. Такие работы ведутся постоянно, но объем изоляции, выходящей из строя, неумолимо растет. Основной бум строительства тепловых сетей приходился на семидесятые годы прошлого века и, хотя достаточное количество их уже прошло замену, тепловая изоляция одной из первых не выдерживает нагрузок и агрессивности окружающей среды.



**Рис. 1.** Протяженность тепловых и паровых сетей в двухтрубном исчислении, нуждающихся в замене [1]

Как известно, старые теплоизоляционные материалы физически и морально устарели, что влечёт за собой частые аварии [2, 3] за счет их разрушения (рис.2), а вместе с тем и самого трубопровода, что непременно сказывается на финансовой стороне вопроса.



**Рис. 2.** Число аварий на источниках теплоснабжения, паровых и тепловых сетях [1]

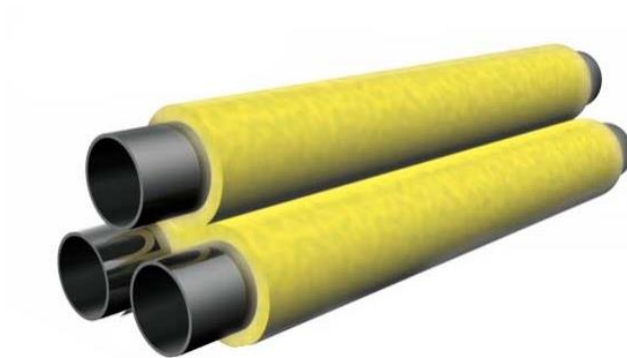
**2. Анализ изоляционных материалов.** Рассмотрим популярные виды теплоизоляционных материалов [4, 5].

*Пенополиуретановая изоляция (ППУИ)* – пенополиуретан, состоящий из полиола и полиизоцианата, поры в которых наполнены инертным газом и небольшим объемом твердой структуры. Физические характеристики конечной продукции зависят от объема образовавшихся газонаполненных гранул. Также имеет защитную оболочку из полиэтилена. ППУ изоляция также делится на две группы: жесткие – имеют высокую прочность, плотность и стойки к агрессивным средам. Мягкие обладают повышенной упругостью и эластичностью. Обладает небольшой плотностью, но имеет низкий коэффициент теплопроводности (рис.3).



**Рис.3.** Трубы с ППУ изоляцией [3]

*Пенополимерминеральная изоляция (ППМИ)* состоит из жесткого вспененного полимера с добавлением минерального наполнителя (песок, зола и т.д.) и имеет более плотную структуру. ППМ может быть создан на различной синтетической основе и модифицирован минеральными наполнителями. Материал лучше проводит тепло чем пенополиуретан, но из-за отсутствия оболочки может намокнуть и высохнуть после попадания в него влаги. Обладает высокой прочностью и устойчивостью к механическим воздействиям, ремонтпригоден [6], (рис.4).



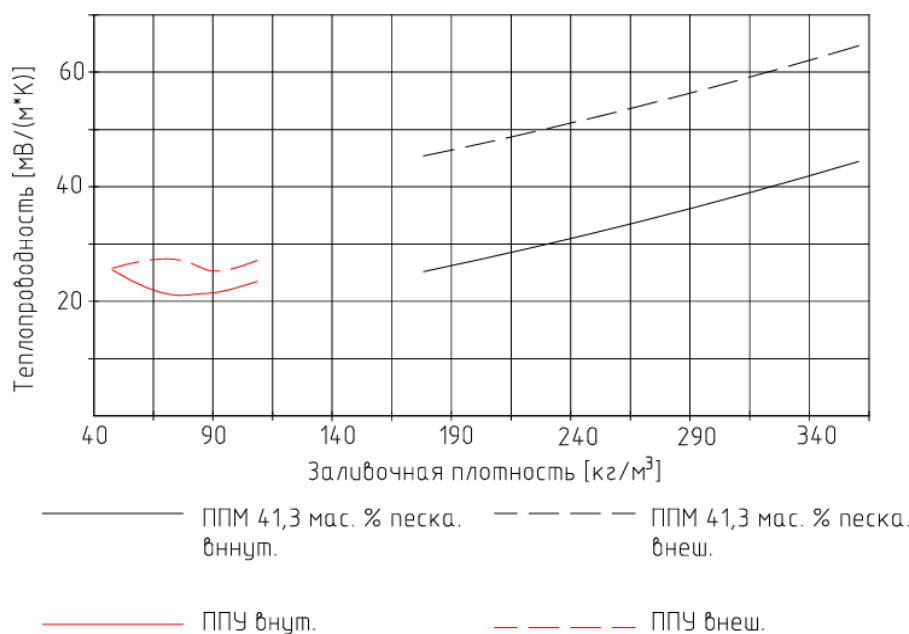
**Рис. 4.** Трубы в ППМ изоляции [3]

При выборе между ППМ и ППУ изоляцией с экономической точки зрения необходимо учитывать следующие факторы:

- *Стоимость материалов:* в вопросе стоимости ППМ и ППУ, ППМ является более привлекательной. Это связано с производством самого материала. Но стоит учитывать тот

факт, что для получения оптимальных показателей плотности и теплопроводности необходимо использовать достаточные объёмы строительного сырья для его производства (рис.5).

• **Плотность:** материал ППУ изоляции имеет плотность в 6 раз меньше чем ППМ [7]. Из-за этого фактора транспортировка, хранение и монтаж ППУ изоляции легче. На рисунке 5 видно, что для получения примерно одинаковой теплопроводности необходимо более высокая заливочная плотность для ППМ изоляции.



**Рис. 5.** Теплопроводность ППУ и ППМ изоляций в зависимости от заливочной плотности [4]

• **Водопроницаемость:** ППМ изоляция в 20 раз хуже пропитывается влагой чем ППУ [6], но экспериментальные условия далеки от реальных и влияние грунта в них отличается. В условиях, когда влажность грунта больше влажности изоляции, высыхание изоляции происходить не будет.

• **Влажность** среднего слоя ППМ изоляции представлена на примере г. Санкт-Петербурга, которая составила 5 % спустя четыре года эксплуатации, внешнего слоя – 11 %, при влажности грунта в 18 % [7]. Также стоит отметить, что попадание влаги в изоляцию сильно ухудшает ее теплоизоляционные свойства, а также вызывает коррозию. Поэтому монтаж ППМ изоляции лучше производить в регионах с низкой влажностью грунта или в канальных системах, где изоляция не контактирует с грунтом.

Особое внимание следует уделить системе дистанционного контроля (СДК). В пункте 4.24 ГОСТ 30732-2006 говорится, что установка системы оперативного дистанционного контроля (СОДК) обязательна на трубопроводах с внешней оцинкованной оболочкой и с защитным слоем полиэтилена, следовательно, в общей конструкции с ППУ изоляцией. С помощью СОДК появление даже небольших утечек из трубы легко обнаруживается и проводятся работы по их устранению.

Такая система предотвращает экономические потери, связанные с промоканием изоляции и ремонтом трубы, поддержанием теплопровода в рабочем состоянии [8–10]. Единственное, что хочется отметить, что главной задачей в использовании данной системы

является наличие специалистов, которые могли бы устранить неисправность при повреждении сигнального провода системы ОДК.

Краткую характеристику приведем в таблице.

Таблица

Сравнительная характеристика изоляций [5, 11]

Сравнительные параметры изоляции для трубы диаметром 273 мм	ППМ	ППУ
1	2	3
Стоимость изоляции, руб/п.м с НДС	1800	2009,96
Вес 1 п.м изоляции, кг	13,66	6,19
Дистанционный контроль	-	+
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·град)	0,044	0,024–0,033
Водопоглощение, не более, %	0,5	10
Прочность на сжатие при 10% деформации в радиальном направлении, МПа	1,2	0,3

**Выводы.** В вопросе выбора рассмотренных нами ППМИ и ППУИ, необходимо учитывать внешние условия окружающей среды, теплоизоляционные качества материала, эксплуатационный период и др. Как ППМ, так и ППУ изоляция, если рассматривать Воронежскую область, могут быть использованы для эффективной замены трубопроводов в системах теплоснабжения.

#### Библиографический список

1. Протяженность тепловых и паровых сетей в двухтрубном исчислении, нуждающихся в замене / Единая межведомственная информационно-статистическая система [Электронный ресурс]. URL.: <https://www.fedstat.ru/indicator/33899> (дата обращения: 11.11.2024).
  2. 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.
  3. Компания ООО «АйронПолимер Групп» [Электронный ресурс]. URL: <https://ironpolimer.ru/truby-iffitingi-ppmi/> (дата обращения: 05.11.2024).
  4. Оценка технического состояния тепловых сетей в РФ / Н.М. Попова, В.Е. Таран, Н.А. Петрикеева, Д.М. Чудинов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2021. №1(22). С. 16–21.
  5. ООО «ПФК «Техпрокомплект» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tial.ru/ppm-izolyaciya> (дата обращения: 13.11.2024).
  6. Группа компаний Мосфлоулайн [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mosflowline.ru/technology/publikatsii/statia-1.php> (дата обращения: 12.11.2024).
  7. Новиков И.Е. Особенности прокладки трубопроводов тепловых сетей в России – сегодняшние тенденции в повышении надежности теплоснабжения // Новости теплоснабжения. 2011. №6. С. 42–45.
  8. Умеркин Г.Х. Исследование процессов высыхания пенополимерминеральной теплогидроизоляции // Новости теплоснабжения. 2005. №11. С. 45–46.
  9. Попова Н.М., Чудинов Д.М., Долбилова М.А. Замена трубопроводов изолированных минеральной ватой на предизолированные трубы в пенополимерминеральной // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. №1(30). С. 17–23.
  10. Попов Н.О., Петрикеева Н.А., Копытин А.В. Определение оптимальной толщины теплоизоляционного слоя трубопроводов систем теплоснабжения // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2015. №1(18). С. 15–22.
  11. 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.
- Для цитирования: Попова Н.М., Чудинов Д.М., Никитенко О.В. Выбор оптимального варианта теплоизоляции // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2024. №4(37). С. 18–22.

---

## ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

---

УДК 542.67

### ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСКОНЕФТЕУЛОВИТЕЛЕЙ

В. И. Дикарева, Е. С. Аралов, Е. В. Плаксина

---

*Воронежский государственный технический университет*

*В. И. Дикарева, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела*

*Россия, г. Воронеж, тел.: +7(900)598-13-38, e-mail: dikarevavb@gmail.com*

*Е. С. Аралов, ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела*

*Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)271-53-21, e-mail: earalov@cchgeu.ru*

*Е. В. Плаксина, ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела*

*Россия, г. Воронеж, тел. +7(473)207-22-20, e-mail: eplaksina@cchgeu.ru*

---

**Постановка задачи.** В данной статье рассматриваются особенности использования песконефтеуловителей для комплексного очищения вод. Основное содержание работы составляют анализ принципа работы и конструктивной составляющей, ключевые характеристики и эффективность данного типа установки.

**Результаты.** В результате исследования были рассмотрены параметры для выбора установки. Также была проведена общая оценка преимуществ и недостатков использования песконефтеуловителя, которая показала, что он является важным элементом в системе очистки сточных вод от механических примесей, нефтепродуктов и взвешенных веществ.

**Выводы.** Следует учитывать, что такие установки имеют ряд ограничений, связанных с чувствительностью к изменению состава, отсутствием универсальности и возможностью перегрузки и отказа системы.

**Ключевые слова:** песконефтеуловители, сточные воды, взвешенные вещества, комплексная очистка, резервуар.

**Введение.** В сточных водах, используемых в хозяйственно-бытовых и производственных целях, содержится большое количество органических, минеральных и биологических загрязнений с размером частиц более 0,0001 мкм. В зависимости от их происхождения все примеси разделяют на группы, однако, технология очистки сточных вод не позволяет изменить содержание в воде солей, поэтому тип очистки через установки-песконефтеуловители предполагает очищение сточных вод от частиц размером около 0,01 мкм. Эти вещества образуют с водой системы с особыми молекулярно-кинетическими свойствами – суспензии и эмульсии, при разрушении агрегативной устойчивости которых загрязняющие вещества выпадают в осадок или всплывают на поверхность воды [1].

Для повышения эффективности работы очистных сооружений необходимо удалять, нефтепродукты, механические загрязнения, песок и взвешенные вещества, так как они приводят к износу оборудования и повышают необходимость частого обслуживания оборудования очистных сооружений и ливневой канализации.

---

Для этой цели широкое применение получили различные «уловители», которые предотвращают засорение канализационных трубопроводов [2–7].

**1. Применение установок.** Песконефтеуловитель – горизонтальный резервуар, предназначенный для комплексного очищения вод (сточных, дождевых, талых и технических) канализации от различных механических загрязнений и нефтепродуктов, выполняющий роль предварительного отстойника (рис.1).



Рис. 1. Песконефтеуловитель типа КПН [2]

Применяется данная установка для очистки дождевых и талых сточных вод от масла, бензина, смазочных материалов и песка. Содержание загрязняющих веществ в сточных водах суммарно может достигать 35 %, включая загрязнения в дождевом стоке и массу взвешенных веществ в талом. Применение песконефтеуловителей перед основной очисткой при высокой концентрации загрязнений в стоке позволяет снизить содержание механических примесей и нефтепродуктов до 150–200 мг/л.

Принцип работы песконефтеуловителей заключается в разности плотности механических примесей, воды и нефтепродуктов. Нефтепродукты имеют меньшую плотность, поэтому они остаются на поверхности, образуя пленку. Песок и другие примеси, наоборот, тяжелее воды и оседают на дно. Движение воды в установке происходит за счет разности уровней воды на входе и выходе [2, 8].

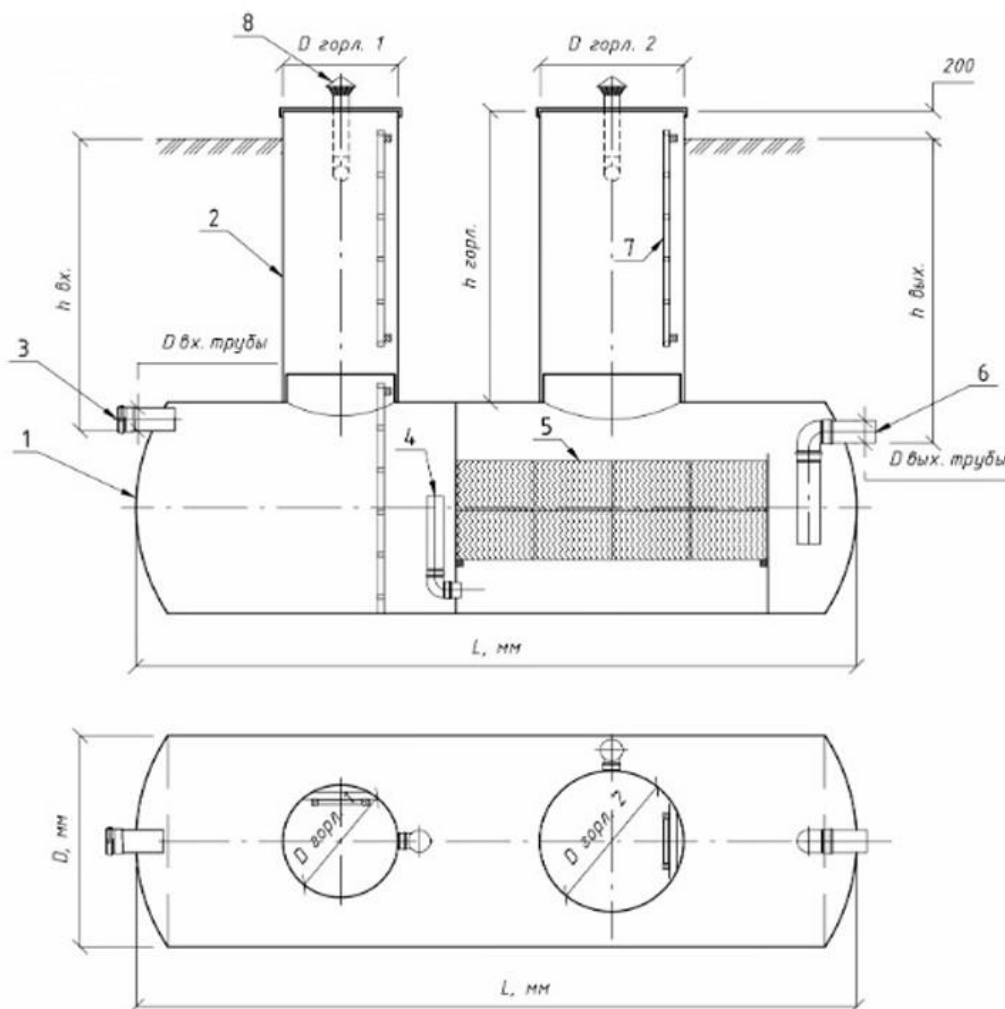
На первом этапе происходит механическая очистка – выделение из сточных вод находящихся в них нерастворенных крупных и легко осаждаемых примесей, как минерального (песок, глина, частицы абразивов), так и органического происхождения (остатки пищи, волокна ткани и т.д). Механическая очистка осуществляется, прежде всего, с помощью метода процеживания, посредством механизированных решеток и сит различной степени фильтрации. Решетки грубой очистки задерживают крупные предметы (ветки, пластик и прочий мусор), а более тонкие сита с размером ячеек от нескольких миллиметров отсеивают более мелкие частицы. После процеживания поверхностные сточные воды попадают во входную камеру (песколовку), где скорость потока замедляется, в результате чего песок и механические примеси оседают на дне камеры. На данном этапе часть нефтепродуктов поднимается на поверхность воды.

На втором этапе процесса очистки сточных вод жидкость попадает в коалесцентный модуль, состоящий из тонкослойных гофрированных пластин из ПВХ. Эти пластины

притягивают к себе частицы масла и отталкивают воду. Нефтяные частицы оседают на пластинах тонколойного фильтра, увеличиваясь в размере, а затем отрываются и поднимаются на поверхность, образуя слой масла. Скорость подъема масляных капель на поверхность воды увеличивается с ростом их размера. Использование таких модулей обеспечивает наибольший контакт между пластинами модуля и очищаемой воды. Благодаря вибрации, возникающей при протекании воды, коалесцентные модули самоочищаются [3, 4].

Полученный осадок (шлам) при техническом обслуживании установок удаляется с помощью специального оборудования (скребков, насосов) и подвергается дальнейшей обработке – обезвреживанию и утилизации или захоронению, в зависимости от его состава и степени опасности. Далее сточные воды направляются через выходной патрубок либо на дальнейшую очистку, либо в действующую канализационную сеть. Важно понимать, что очистка с помощью песконефтеуловителей является лишь предварительным этапом, после которого сточные воды нуждаются в дальнейшей обработке для достижения требуемых норм качества сбрасываемой воды.

**2. Конструктивная составляющая и подбор установки.** Песконефтеуловитель разделен перегородками на две камеры: пескоотделитель и нефтеотделитель (рис.2).



**Рис. 2.** Двухкамерная подземная установка-песконефтеуловитель: 1 – корпус установки, 2 – колодец обслуживания, 3 – входная труба, 4 – стояк для откачки осадка, 5 – коалесцентный модуль, 6 – выходная труба, 7 – лестница обслуживания, 8 – крышка

Использование двухкамерного типа установки связано с повышением эффективности удаления плавающих загрязнений, таких как нефтепродукты [5, 6].

Существуют множество вариантов песконефтеуловителей с различными формами коалесцентных модулей:

- точечные;
- линейные;
- s-образные;
- v-образные.

Для спуска в сооружение и его обслуживание, предусмотрены технические колодцы, в которых установлены стационарные лестницы.

Для выбора подходящего песконефтеуловителя необходимо учитывать следующие характеристики: производительность (от 1,5 до 150 л/с), объем корпуса (от 1 до 90 м<sup>3</sup>), глубину заложения и начальные концентрации загрязняющих веществ в ливневых сточных водах. Если производительность не превышает 5 л/с, то установка комплектуется горловиной обслуживания, а при производительности выше 5 л/с – техническим колодцем. При необходимости размещения установки под землей максимальная глубина должна составлять не более 8 метров.

Оборудование может быть подземного и наземного размещения. При подземном размещении установки в качестве материала используется стеклопластик, а при наземном – сталь с антикоррозионным покрытием, наружным утеплением и электрообогревом.

При установке подземных песконефтеуловителей важно учитывать уровень грунтовых вод. Если они находятся на высоком уровне, то емкость необходимо будет закрепить в котловане, чтобы избежать подъема грунтовых вод весной и «всплытия» установки. Учитывая необходимость регулярного обслуживания, рекомендуется не заглублять установку более чем на 2,5 метра от поверхности земли. В районах с сейсмической активностью (более 7 баллов) или высоким вибрационным фоном (под проезжей частью) необходимо усиление стенок корпуса установки для предотвращения повреждений корпуса.

Песконефтеуловители рекомендуется устанавливать на территориях парковок, автостоянок, автосервисов, автомоек, складских и производственных площадок, автозаправочных станций (АЗС), объектов по хранению нефтепродуктов и т.д. [8–10].

**3. Преимущества и недостатки.** Песконефтеуловители, используемые для отделения песка и нефтепродуктов от жидкости в сточных водах канализационной системы, обладают следующими преимуществами [11].

1. Высокоэффективная очистка поверхностных сточных вод.
2. Герметичность корпуса оборудования (без применения сварки при подземном расположении установки, выполненной из стеклопластика, в отличие от наземного размещения, при котором корпус изготавливается из стали с антикоррозионным покрытием).
3. Малые сроки производства и минимальные затраты на строительно-монтажные работы за счет проектирования объекта в едином корпусе (установка представляет собой сооружение полной заводской готовности).
4. Автоматизированная работа (система автоматики контролирует рабочие характеристики и при появлении проблем останавливает оборудование, предотвращая его поломку).
5. Удобство технического обслуживания и отсутствие постоянно обслуживающего персонала (установлены датчики-реле, которые формируют сигналы о необходимости удаления накопившихся загрязнений).
6. Срок службы – не менее 50 лет при подземном размещении, благодаря антикоррозионным свойствам материалов и не менее 25 лет при наземном расположении.

Кроме вышесказанного, можно отметить и следующие недостатки данной установки:

1. Конструктивно включает в себя комбинированные емкости, вследствие чего сложнее обслуживать, чем однокамерные уловители.
2. Чувствительность к изменению состава стока (увеличение концентрации нефтепродуктов и механических примесей может негативно повлиять на работу устройства).
3. Отсутствие универсальности (каждый тип песконефтеуловителя рассчитан на определенный диапазон параметров эксплуатации).
4. Риск перегрузки и отказа системы (при резком увеличении объема сточных вод или изменения их состава может произойти перегрузка системы).

**Выводы.** Песконефтеуловители являются важным элементом системы очистки сточных вод, обеспечивая эффективное удаление механических примесей, нефтепродуктов и взвешенных веществ. Подбор и комплектация установки должен основываться на физических параметрах и условиях эксплуатации.

Таким образом, выбор и установка песконефтеуловителя должны исходить из конструктивных особенностей типов установок и условий их эксплуатации для дальнейшего их исправного использования.

#### Библиографический список

1. СанПиН 2.1.5.980-00 «2.1.5. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод» [Электронный ресурс]: Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2001 г. №3. URL: [https://www.rosпотребнадзор.ru/files/news/SP2.1.5.980-00\\_territorii.pdf](https://www.rosпотребнадзор.ru/files/news/SP2.1.5.980-00_territorii.pdf) (дата обращения: 27.10.2024)
2. Песконефтеуловитель КПН [Электронный ресурс]. URL: <https://stancii-ochistki.ru/wp-content/uploads/2024/05/kombinirovani-kpn-min.jpg> (дата обращения: 27.10.2024).
3. Каталог 10 – Flotenk [Электронный ресурс]. URL: <https://avrorarm.ru/data/armatura01/Flotenk/05ec41f35af3cfef4d2bc94a14824065.pdf> (дата обращения: 25.10.2024).
4. Песконефтеуловитель – Локальные очистные сооружения – АвестПласт Санкт-Петербург [Электронный ресурс]. URL: <http://www.avestplast.ru/product62.html?ysclid=m2t56nuemj910524100> (дата обращения: 28.10.2024).
5. Маслобензоотделитель – Локальные очистные сооружения – АвестПласт Санкт-Петербург [Электронный ресурс]. URL: <http://www.avestplast.ru/product3.html> (дата обращения: 29.10.2024).
6. Нефтеуловитель (маслобензиноотделитель, сепаратор нефти, нефтеловушка) – цена, установка - нефтеуловители и песко-нефтеуловители [Электронный ресурс]. URL: <http://septick.ru/nefteulovitel-maslobenzinootdelitel> (дата обращения: 29.10.2024).
7. Ерин Н.С., Калинина А.И. Основные виды потерь нефтепродуктов на нефтебазах и способы их предотвращения // Мировая наука: Новые векторы и ориентиры: материалы VII Международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, 2022. С. 92–95.
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. Аралов Е.С. А.А. Лобачева, А.И. Ломанцова Влияние вредных факторов на организм человека в нефтяной и газовой промышленности // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации, 2019. №4(17). С. 34–38.
10. Худиковский В.Л., Петрикеева Н.А. Результаты экспериментальных исследований работоспособности фильтров очистки воды // Научно-технические проблемы систем теплогасоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения: межвузовский сборник научных трудов. Воронеж, 2002. С. 119–122.
11. Очистка сточных вод от нефтепродуктов фильтрующими материалами на основе природного диатомита / В.Ю. Хохлов, О.Н. Хохлова, А.Ю. Голышев, А.А. Балгереева // Физико-химические процессы в конденсированных средах и на Ф50 межфазных границах (ФАГРАН-2021): материалы IX Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 100-летию со дня рождения Я.А. Угая. Воронеж, 2021. С. 563–564.

*Для цитирования:* Дикарева В.И., Аралов Е.С., Плаксина Е.В. Особенности применения песконефтеуловителей // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2024. №4 (37). С. 23–27.

---

## ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

---

УДК 654.02

### ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА С ПРИВЛЕЧЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ

И. А. Серикова

*Воронежский государственный технический университет**И. А. Серикова, канд. техн. наук, доц. кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела  
Россия, г. Воронеж, тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: sirina301212@gmail.com*

**Постановка задачи.** Контроль использования топливно-смазочных материалов всегда является актуальной задачей. Системы мониторинга спецтранспорта выпускаются различными производителями и позволяют отображать информацию о скорости, маршрутах движения, местоположении и других важных параметрах. Благодаря различным датчикам, они также дают возможность передавать информацию о работе транспортного средства или конкретного механизма. Все это способно оптимизировать отрасль организации строительства.

**Результаты.** Благодаря построению комплексной системы управления строительным транспортно-экспедиционным предприятием появляется возможность ликвидировать недостатки контроля организации работы и выделить основные приоритеты для развития отрасли. Автоматизированная система контроля автомобильного транспорта раскрывает потенциал строительного предприятия и помогает уменьшить транспортные расходы. Предлагаемый способ учета горюче-смазочных материалов приводит к повышению рентабельности и существенной экономии.

**Выводы.** Проведен анализ схемных решений построения системы теледиспетчеризации и мониторинга автомобильного транспорта и спецтехники. Экспериментальные исследования системы подтвердили ее работоспособность. Доказана эффективность работы системы. Определено влияние внедрения системы в отрасль.

**Ключевые слова:** теледиспетчеризация, мониторинг, местоположение, контроль расхода топлива, канал связи, трекинг.

**Введение.** Стоимость горюче-смазочных материалов имеет тенденцию к постоянному повышению, поэтому задача контроля их использования является актуальной задачей для любого предприятия, тем более крупной строительной организации, имеющей большие объёмы перевозок, а также разнообразную спецтехнику. Прошло время, когда руководители предприятий сомневались в целесообразности оборудования своей техники любыми системами контроля. Сейчас они заинтересованы в контроле правильности эксплуатации дорогостоящей строительной техники. Системы мониторинга, выпускающиеся различными производителями, дают возможность отображать информацию не только о местонахождении транспортного средства, а также о маршрутах и скорости. Такие системы благодаря различным датчикам могут передавать в реальном времени информацию о работе конкретного механизма или транспортного средства в целом [1].

К основным параметрам можно отнести: скорость автомобиля, данные о состоянии зажигания, уровень топлива в баках, активность систем различных специальных механизмов, передаваемых в интерфейс диспетчера.

Необходимо учитывать, что системы теледиспетчеризации устанавливаются не только на транспортные средства (грузовики и автобусы), но и грузовую спецтехнику, такую как карьерные самосвалы и экскаваторы (рис. 1). Это налагает некоторые дополнительные требования по контролю их состояния. Таким образом, для обеспечения широкого круга функциональных возможностей необходимо использовать уже существующие электронные модули на современной элементной базе. Это позволит создать унифицированный блок, устанавливаемый на разные типы транспортных средств [1, 2].



Рис. 1. Спецтехника строительной отрасли: а – карьерные самосвалы; б – карьерные экскаваторы и спецтехника

**1. Проблематика исследования.** Мониторинг и диспетчеризация транспорта имеют общие схемы решений, состоящие из главного модуля приема и обработки информации, датчиков и модулей связи [3]. Результаты анализа построения данных систем дают возможность выделить наиболее часто используемые основные модули. Они должны присутствовать в каждой системе [4]. Основными отличительными признаками отдельных систем является наличие специфичных датчиков, позволяющих получать параметры состояния спецтехники. К примеру, температуру гидравлики, ее давление в трансмиссии и другие. Эти параметры напрямую влияют на срок службы техники в целом.

Цель работы – повышение уровня оперативного управления автотранспортом, увеличение эффективности использования строительной техники, экономия средств на содержание подвижного состава организации, повышение уровня производственной дисциплины на предприятии.

Задачи исследования – определение координат местонахождения транспортного средства, его направлений, скорости движения и других параметров, таких как расход топлива, температура и других.

Объект исследования – система мониторинга транспорта. Предмет исследования – разработка, создание, испытание, моделирование и статистический анализ информации, полученной с датчиков системы.

**2. Работа предлагаемой системы мониторинга.** Для определения параметров работы и определения координат контролируемого объекта используется мобильный терминал. Он выполняет функции хранения данных и передачу последних в точку доступа, которая превращает их в удобную для хранения форму и отправляет в базу данных. Точек доступа может существовать несколько – основная и резервная, а для обработки мобильных

терминалов разного типа – специализированная. Основная функция базы данных – хранение и выдача информации [1, 3].

В различных масштабных системах мониторинга автомобильного и спецтранспорта может существовать несколько баз данных, функции каждой из которых «специализированы» под хранение данных о терминалах или приближены в интернет-пространстве к конкретному месту эксплуатации определённых элементов системы. По конкретному персональному клиентскому запросу модулем аналитики готовится отчёт за период времени, который включает в себя расчёт счётчиков пройденного пути, количество израсходованного топлива, а также события заправки. Модуль картографии сохраняет, а также выдает изображения карт по запросу клиентского запроса. Диалог с пользователем обеспечивает клиентский персональный запрос, который наглядно отображает отчеты мониторинга.

Существуют различные варианты реализации предлагаемой системы.

Вариант 1. Передача информации через интернет на сервер в сети дает возможность подключения только программой, которая установлена на компьютере (или на нескольких компьютерах) и просмотр информации.

Достоинства: информация выводится на несколько компьютеров в реальном времени. Также возможно управлять выходами, если позволяет оборудование, например, заглушить двигатель. Недостатки: за сервер необходимо платить, но уже на порядок меньше.

Первый вариант наиболее приемлем для небольших компаний (в парке – от 10 до 50 машин), не имеющих желания тратить на содержание в своем штате специалистов для поддержки сервера/системы.

Вариант 2. Передача информации через интернет на сервер, установленный в фирме или в офисе. Информация выводится на сервер и некоторые компьютеры в реальном времени.

Достоинства: возможность управления выходами (если позволяет оборудование). Нет потребности платить за сервер. Недостатки: сервер должен работать круглосуточно. Необходимо иметь внешний IP адрес.

Второй вариант подходит для строительных предприятий с большим автопарком (десятки, сотни машин) или таких компаний, которые в силу своей специфики не могут позволить себе риск того, что их транспортные данные могут попасть посторонней компании. В подобных организациях должен быть штат квалифицированных специалистов и все необходимое для размещения необходимых мощностей на своей территории [4, 5].

**3. Приборы мониторинга.** Примером является бортовой контроллер, представляющий собой коробку небольших размеров (рис. 2). К нему подключаются антенны, датчики и вспомогательное оборудование.



Рис. 2. Внешний вид бортового контроллера

Конструктивно трекер состоит из следующих элементов: приемник, передатчик, встроенная память, внешняя память, микроконтроллер, антенны. Работа его осуществляется следующим образом. Приемник определяет текущие координаты устройства, скорость движения, высоту над уровнем моря, а также направление движения, захватывая сигнал через свою антенну от спутника, затем передает его на микроконтроллер. Одновременно он получает информацию от датчиков и различных систем строительной техники. Эти данные проходят фильтрацию и предварительную обработку. Передатчик посылает их на сервер в виде бинарного пакета, который содержит снимок получаемых данных.

Оборудование центрального диспетчерского пункта включает в себя сервер баз данных, рабочее место администратора системы, а также канал связи с мобильными объектами. В качестве аппаратной части сервера баз данных предлагается использовать специализированный сервер с большим объемом дискового пространства и оперативной памяти для хранения и обработки данных. Для стабильной работы комплекса серверное и коммуникационное оборудование должно быть подключено к сети через бесперебойные источники питания. Сервер располагается в локальной сети предприятия и обеспечивает независимый контролируемый доступ к данным с рабочих мест операторов комплекса [6].

Отдельно остановимся на сервере. Во многих статьях о мониторинге транспортных средств этот момент редко рассматривается подробно. Сервер в системе – это отдельный специализированный компьютер. Он эксплуатируется в особых условиях (датацентре) и собирается из комплектующих повышенной надежности. Сервер работает на специальном программном обеспечении (система управления базами данных, серверная операционная система, резервное копирование данных, антивирусы и прочее).

При выборе автоматизированной системы мониторинга строительного транспорта следует учитывать и следующее. Например, когда и какие передаются данные. Есть приборы, передающие информацию при изменении курса движения, есть те, которые выдают через определенный заданный интервал времени (например, через 10 с). Поэтому лучше выбирать системы, в которых информация максимально качественная (при смене курса, через определенное расстояние, через определенный промежуток времени, но, чтобы была возможность оперативно изменять интервал, индикацию сигнала со спутника, исчезновение питания, чтобы прибор имел возможность сжимать информацию при передаче).

**4. Преимущества и недостатки систем.** За счет оперативной диспетчеризации значительно уменьшается время реакции автотранспорта, а также средний пробег строительного транспорта к месту назначения. Это приводит к значительной экономии топлива и финансов на техническое обслуживание транспортных средств.

Еще одним существенным преимуществом системы является противоугонная безопасность. Постоянный контроль строительного транспорта позволит быстро определить местонахождение угнанного средства. Мониторинг позволяет получать SMS на мобильный телефон в случае выхода строительной техники из зоны наблюдения, это позволяет избежать нарушения графика, отклонения от установленного маршрута или попадания в аварию.

Спутниковые сигналы слишком слабы по сравнению с сигналами телефона, поэтому они не работают в помещении, под деревьями, под водой и т.д. Высокая точность требует прямого наблюдения от приемника до спутника, поэтому сигнал не очень хорошо работает в городской среде [7, 8].

Источников возможных ошибок существует множество. Это понижает точность позиций, вычисляемых приемником предлагаемой автоматизированной системы теледиспетчеризации. Сигнал, проходя через ионосферу и тропосферу, преломляется, поэтому скорость сигнала отличается от его скорости в пространстве. Отметим также другой источник ошибок – это шум или искажение сигнала, которые вызывают электрические

помехи или ошибки, свойственные приёмнику сигнала. Такая информация при определении позиций также приведет к ошибкам, потому что спутники не являются местами, где приёмник работал на основе информации, которая получена при определении позиций. Также колебания атомных часов приводят к ошибкам положения. Эффект многослойных лучей может происходить, когда сигналы со спутников перед попаданием в приёмник антенны отражаются от светлой поверхности. Приёмник при этом получает сигнал в направлении прямых путей и задержку пути [9–11].

**5. Программы мониторинга.** Чаще всего системы мониторинга строятся на базе клиент-серверной архитектуры. Клиентские программы устанавливаются и работают на персональном компьютере (сервере).

Рассмотрим эти программы по порядку. Программа мониторинга, автоматизированные рабочие места (АРМ) диспетчера – названия клиентской части программной составляющей системы мониторинга. Клиентская программа включает в себя много полезного функционала [12].

Прежде всего программа позволяет вести контроль сразу всех автомобилей в одном окне. Далее данные отображаются на карте в реальном времени: текущее местоположение, направление и траектория движения, скорость. В-третьих, это возможность работы с уже накопленными данными, т.е. архивом, а именно: просмотр маршрутов, вычисление пробега, точек остановки, точек работы, отклонений от маршрута, выхода из зоны. Отдельного внимания заслуживают отчеты, предоставляющие в наглядной форме результат работы системы. Отчеты можно печатать и экспортировать в другие программы (рис. 3).

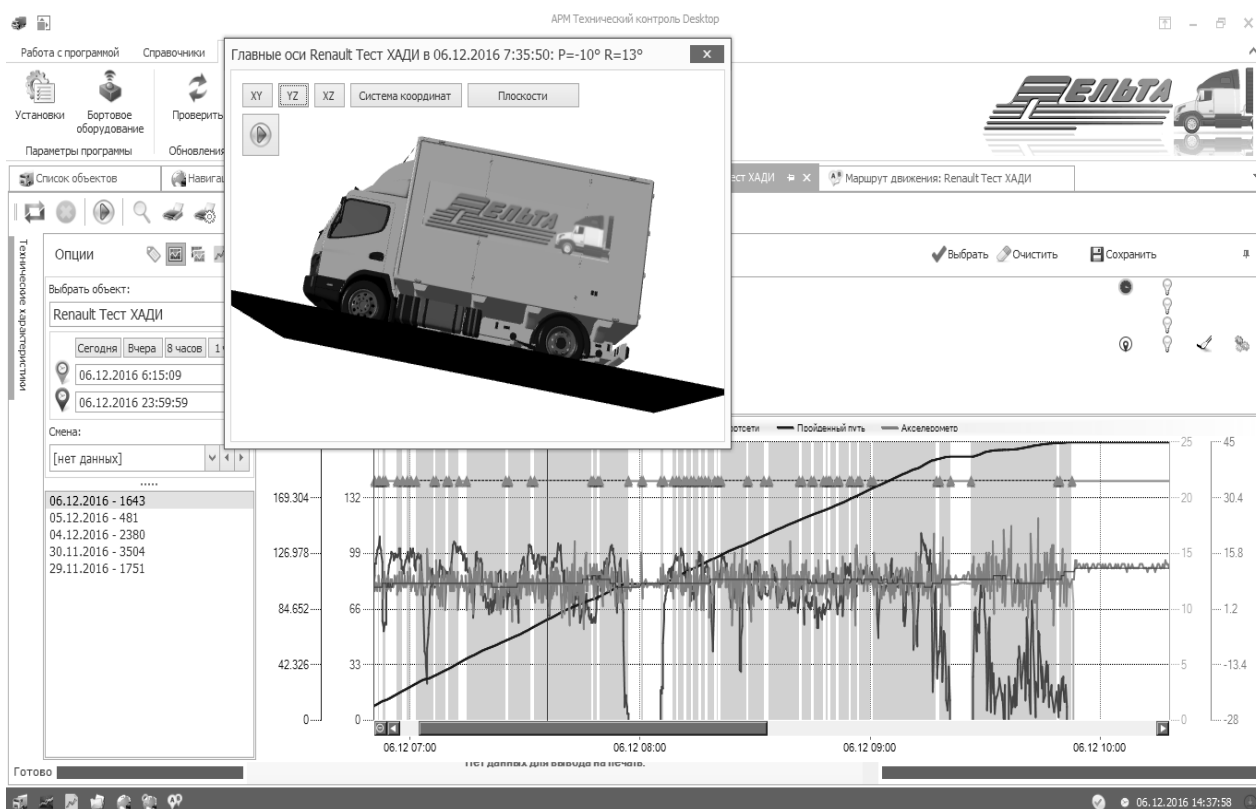


Рис. 3. Интерфейс контроля показателей работы автомобиля

Для высокой эффективности контроля использования горюче-смазочных материалов для строительной техники на автозаправочных станциях и мобильных топливозаправщиках можно также использовать персонализированную систему выдачи топлива. Таким образом,

полностью замыкается цикл использования топлива, начиная с его приема на склад и заканчивая его расходом на выполнение работ [13, 14].

Проанализировав причины увеличения расходов на транспорт различных строительных компаний, можно сделать вывод о том, что только построение автоматизированной комплексной системы управления позволит ликвидировать недостатки контроля организации транспортно-экспедиционного предприятия, а также поможет определить основные приоритеты для развития строительной отрасли. Автоматизированная система контроля строительного транспорта даёт возможность раскрыть реальный потенциал современного автотранспортного предприятия. Предлагаемый автоматизированный способ учета приведет к значительной экономии, а также повысит рентабельность любого строительного предприятия. Установленные на автомобилях предприятия модули позволяют постоянно в реальном масштабе времени контролировать передвижение любого строительного транспорта. Таким образом фиксируются отклонения от намеченного маршрута движения транспортных средств, а также незапланированные остановки (место и время). Все данные о движении доступны для анализа, просмотра, формирования отчётов и хранятся в базе данных [15–17].

Отметим, что минимум 20 % убытка строительное предприятие несет из-за отсутствия системы эффективного контроля. Это говорит о необходимости и эффективности внедрения предлагаемой системы теледиспетчеризации транспорта.

Объектом автоматизации может являться процесс управления транспортными средствами следующих предприятий: предприятия нефтегазовой и горной отраслей; предприятия энергетической отрасли; предприятия жилищно-коммунального хозяйства; сельскохозяйственные предприятия; строительные и ремонтные организации; службы экстренного реагирования: МЧС, МВД, скорая и неотложная медицинская помощь; предприятия по перевозке специальных, опасных, крупногабаритных, дорогостоящих и других грузов; предприятия тяжелой и легкой промышленности; предприятия строительной отрасли; предприятия торговли; предприятия-грузоперевозчики и многие другие [1, 18, 19].

**Выводы.** Проведен анализ схемных решений построения системы теледиспетчеризации и мониторинга автомобильного транспорта и спецтехники строительной организации. Экспериментальные исследования системы подтвердили ее работоспособность.

Эффект от внедрения системы мониторинга и диспетчеризации возникает сразу по трем направлениям:

1) экономический – внедрение систем мониторинга на предприятиях снижает стоимость содержания подвижного состава:

– за счет экономии топлива (топливо перестают сливать, воровать, приписывать лишние расходы);

– за счет экономии на ремонте и техническом обслуживании (автомобили эксплуатируются только по назначению, экономится моторесурс);

– за счет экономии на запчастях и машинах (для решения задач нет необходимости переплачивать за запчасти и докупать лишние автомобили);

– за счет экономии на персонале (водители, нарушившие дисциплину, будут уволены, оставшиеся выполняют все четко по графику);

– за счет экономии времени (пресекаются лестницы с маршрута, лишние остановки, перерывы, маршруты будут просчитаны оптимальным образом);

2) операционный – работник, не занимающийся на работе решением личных вопросов, успевает за рабочий день выполнить больше производственных задач; кроме того, значительно повышается эффективность использования строительного транспорта за счет его диспетчеризации, уменьшается средний пробег и время реакции;

3) моральный – повышается общий уровень производственной дисциплины, причем не только в транспортном подразделении, но и в целом по предприятию.

#### Библиографический список

1. Состав и функциональные возможности систем диспетчеризации ГТК [Электронный ресурс]. URL: <http://library.stroit.ru/articles/disgtk/index/> (дата обращения: 12.09.2024).
2. GPS мониторинг коммунального транспорта [Электронный ресурс]. URL: <http://service-gps.com/84-gps-monitoring-kommunalnogo-transporta/> (дата обращения: 21.09.2024).
3. Система GPS мониторинга транспорта и контроля топлива GPSM [Электронный ресурс]. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/GPS\\_tracking\\_unit](https://en.wikipedia.org/wiki/GPS_tracking_unit) (дата обращения: 12.10.2024).
4. GPS tracking unit [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gps.ru.net/monitoring1> (дата обращения: 10.10.2024).
5. Mashood Mukhtar. GPS based Advanced Vehicle Tracking and Vehicle Control System // Intelligent Systems and Applications. 2015. №3 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mecspress.org/> (дата обращения: 12.09.2024).
6. Teletrack – система спутниковой GPS навигации [Электронный ресурс]. URL: <http://autovision.com.ua/teletrack-sistema-spytnikovoi-gps-navigacii-monitoringa-i-dispetcherizacii-transporta> (дата обращения: 10.10.2024).
7. How GPS System Works? [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elprocus.com/how-gps-system-works> (дата обращения: 04.10.2024).
8. The Global Positioning System [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gps.gov/applications/timing> (дата обращения: 12.09.2024).
9. GPS vehicle monitoring system [Электронный ресурс]. URL: [http://www.benishgps.com/en/products/sputnikovaya\\_sistema\\_monitoringa\\_transporta/](http://www.benishgps.com/en/products/sputnikovaya_sistema_monitoringa_transporta/) (дата обращения: 10.10.2024).
10. Michaelides R., Liu K., Jervis S. E-solutions enabling growth in the transport industry: Case study of a real-time // Tracking Management System. LRN Annual conference. Liverpool, 2008.
11. McKinnon A.C., Ge Y. Use of a synchronised vehicle audit to determine opportunities for improving transport efficiency in a supply chain // International Journal of Logistics: Research and applications. 2004. №7(3). С. 298–306.
12. Godha S., Cannon M.E. GPS/MEMS INS integrated system for navigation in urban areas. GPS Solutions. 2007. №11(3). С. 193–203.
13. 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.
14. Бохан А.Р., Ярцева О.В. Внедрение цифровых технологий в системы теплоэнергетики // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности: материалы X Всероссийской (с международным участием) научно-технической конференции молодых исследователей. Под общей редакцией Н.Ю. Ермиловой, И.Е. Степановой. Волгоград, 2023. С. 332–333.
15. Голядкина А.Д., Лукьяненко В.И., Петрикеева Н.А. Оптимизация работ в сфере строительства и коммунальных услуг при использовании Интернет-ресурсов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. № 1(26). С. 36–40.
16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. Асташов Д.О., Старцев П.В., Петрикеева Н.А. От устаревшей элеваторной схемы индивидуальных тепловых пунктов к современным автоматизированным системам // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2024. №3(36). С. 11–15.

*Для цитирования:* Серикова И.А. Пути повышения автоматизации и эффективности организации строительства с привлечением современных систем теледиспетчеризации // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2024. №4 (37). С. 28–34.

---

## СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ, БАЗ И ХРАНИЛИЩ

---

УДК 662.998

### АКТУАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ РЕЗЕРВУАРОВ

А. А. Кузьмина, Д. С. Бурлуцкий, А. И. Калинина

*Воронежский государственный технический университет**А. А. Кузьмина, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(915)619-25-57, e-mail: kuzmina.an5@yandex.ru**Д. С. Бурлуцкий, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(904)530-62-25, e-mail: danupax228@list.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.** Теплоизоляция является важной частью конструкции резервуаров. В статье рассматриваются виды теплоизоляций, способы их применения, в частности в нефтегазовой отрасли, а также их монтаж. Описываются традиционные и альтернативные виды теплоизоляционных материалов, такие как минеральная вата, вспененный каучук, стекловата, базальтовая вата и пенополиуретан.

**Результаты.** Описывается технология монтажа теплоизоляции из пенополиуретана с помощью установки безвоздушного распыления пенополиуретана под высоким давлением. Это позволяет получить однородный и сплошной слой теплоизоляции, а также сократить время полного монтажа.

**Выводы.** Отмечается, что пенополиуретан является лёгким, герметичным и перспективным покрытием для резервуарного парка. Особенно этому способствуют установки для нанесения покрытия под давлением.

**Ключевые слова:** теплоизоляция, резервуар, пенополиуретан, эксплуатация, защита, безвоздушное распыление.

**Введение.** При строительстве магистральных трубопроводов, компрессорного оборудования, газораспределительных станций, участков добычи и разработки широко используются теплоизоляционные материалы. С каждым годом требования к теплоизоляционным материалам становятся выше. Эффективные материалы, которые практичны при экстремальных температурах и удобны в монтаже. В связи с этим актуальной задачей становится создание новых технологий в сфере теплоизоляции, которые будут практичны, удобны в эксплуатации, экономически выгодны, а также экологичны [1].

Теплоизоляция применяется для уменьшения процесса теплопередачи в различных направлениях строительства, где необходимо поддерживать заданную температуру. Теплоизоляция имеет и шумозащитные свойства. Так же она помогает предотвратить возникновение коррозионных процессов и контролировать воздействие внешних факторов (перепады температур, механические повреждения и пр.). На сегодняшний день, самым современным теплоизоляционным материалом является пенополиуретан (ППУ) [2].

---

Он обладает высокой стойкостью к воздействию влаги и химических веществ, что делает его оптимальным для различных областей применения [3, 4]. Немало важный фактор – ППУ имеет экономичный расход и способствует эффективному снижению энергетических потерь, что положительно сказывается на общих затратах на отопление. Благодаря своим свойствам такой материал легко наносится на поверхность, позволяя создавать бесшовные и герметичные покрытия, что продлевает срок службы всей конструкции. В строительстве теплоизоляционные материалы применяются для внутреннего и внешнего изолирования наружных стен сооружений, кровель и т.д.

**1. Виды теплоизоляции. Способы применения.** Согласно стандарту ГОСТ 16381-77, существует система классификации теплоизоляционных материалов: по степени горючести материалы подразделяют на сгораемые, несгораемые и трудносгораемые. Эта классификация помогает определить поведение теплоизоляционных материалов в условиях повышенных температур. По виду исходного материала и сырья все материалы можно разделить на органические, неорганические и синтетические; форма материалов тоже важна, они делятся на рыхлые, плоские, фасонные; по структуре материалы классифицируются на зернистые, сыпучие, ячеистые и волокнистые, что определяет их свойства и область применения [1, 5].

Главной целью использования теплоизоляционных материалов является поддержание установленного температурного режима перекачиваемой среды, экономия энергетических ресурсов, предотвращение появления конденсата, а также предотвращение замерзания защищаемого объекта. В большинстве случаев, изоляция трубопроводов используется по принципу «труба в трубе» [6]. Изоляционные материалы, используемые при строительстве нефтегазовых сооружений, обязаны соответствовать определённым требованиям, таким как:

- устойчивость к воздействию углеводородов;
- короткий срок теплоизоляционных работ;
- стойкость к большинству коррозионных воздействий;
- огнеупорность материалов;
- целесообразность экономических затрат;
- выполнение заявленных сроков эксплуатации.

В состав конструкции теплоизоляции входит несколько ключевых компонентов, каждый из которых играет важную роль в обеспечении высокой степени энергоэффективности. Прежде всего, теплоизоляционный слой представляет собой основной элемент, который выполняет функцию снижения тепловых потерь, обеспечивая сохранение тепла. Этот слой может быть выполнен из различных материалов, таких как минеральная вата, пенополиуретан, пенопласт или базальтовая вата.

Следующим элементом является покрывной слой. Он служит защитной оболочкой, которая оберегает теплоизоляцию от воздействия окружающей среды, включая влагу, ультрафиолетовое излучение и механические повреждения [7, 8]. Выбор этого слоя должен обеспечивать надежность и долговечность конструкции, а также эстетичный внешний вид.

И, наконец, элементы крепления, такие как арматура, играют важную роль в фиксации теплоизоляционных материалов к изолируемой поверхности. Эти элементы должны обеспечивать прочность и стабильность всей конструкции, предотвращая возможные деформации и нарушения, что особенно важно в условиях изменчивых климатических условий, а также не являться мостиками холода [9].

**2. Свойства. Преимущества и недостатки.** Свойства теплоизоляционных материалов играют ключевую роль в обеспечении энергосбережения и комфорта. К основным характеристикам теплоизоляционных материалов относятся теплопроводность, водопоглощение, температура горения, долговечность, точка росы, паропроницаемость, прочность, усадка и горючесть.

Теплопроводность определяет, как быстро тепло проходит через материал. Чем ниже этот показатель, тем лучше материал удерживает тепло.

Водопоглощение важно для защиты конструкции от влаги, что может привести к гниению и другим повреждениям. Материалы с низким водопоглощением рекомендуются для использования в районах с высоким уровнем осадков.

Температура горения определяет безопасность материала в случае возгорания. Важно выбирать теплоизоляцию, соответствующую современным пожарным стандартам.

Долговечность – это способность материала сохранять свои свойства на протяжении длительного времени, что экономически оправдано.

Точка росы – показатель температуры, при достижении которой образуется водяной пар. Температура, давление и влажность воздуха – основополагающие факторы образования точки росы [3].

Паропроницаемость – свойство материала задерживать и пропускать влагу (пар). «Дышащим» называют утеплитель с высоким показателем паропроницаемости, он позволяет эффективно вывести влагу из конструкции [3].

Прочность – свойство материала противостоять разрушению от механических нагрузок. Реальное значения прочности определяется воздействием минимальной нагрузки, при которой материал деформируется значительно больше определённых норм [3].

Усадка – снижение объёмов материала и, соответственно, функциональных свойств, за счёт изменения внутренней структуры теплоизоляционного слоя, в следствии воздействия влаги, ветра, вибрации и уплотнения под собственным весом [3].

Горючесть – общая огнеупорность и способствование материала процессу горения.

Сравнительная характеристика некоторых теплоизоляционных материалов по вышеприведенным показателям [2, 10] приведена в таблице.

Таблица

Характеристика теплоизоляционных материалов

Материал	Тип	Преимущества	Недостатки
1	2	3	4
Деревянные волокна	органические	Натуральный, хорошая паропроницаемость	Восприимчив к влаге и насекомым
Пробка	органические	Экологически чистый, отличные изоляционные свойства	Высокая стоимость
Пенополиуретан	синтетические	Высокая изоляция, влагостойкость, долговечность	Высокая стоимость, сложность в установке
Стекловата	неорганические	Невысокая стоимость, негорючесть	Раздражение кожи и дыхательных путей
Минеральная вата	неорганические	Отличная теплоизоляция, негорючесть	Необходимость в защите от влаги
Базальтовая вата	неорганические	Высокая изоляция, устойчивость к химикатам	Более высокая стоимость
Пенопласт	синтетические	Лёгкий, дешёвый материал	Горючесть, выделение токсичных веществ при горении
Пенополистирол	синтетические	Отличная теплоизоляция, влагостойкость	Горючесть, выделение токсичных веществ при горении

Выбор подходящих теплоизоляционных материалов позволяет существенно улучшить энергоэффективность конструкций и снизить затраты на обогрев и отопление, создавая требуемые параметры теплоносителя.

### 3. Теплоизоляция методом безвоздушного распыления пенополиуретана.

Хранение некоторых жидкостей, таких как легковоспламеняющиеся нефтепродукты, сжиженные газы и другие парафиновые жидкости, как правило, требует соблюдения конкретной рабочей температуры, которую сложно сохранять в естественных условиях эксплуатации [4, 11].

Наиболее популярным является утепление стенок резервуаров с помощью оцинкованных листов, минеральной ваты, а также изоляция рулонными теплоизоляционными материалами. Однако многие заказчики стремятся применять новые технологии. Помимо традиционных материалов, можно использовать и инновационные, например, пенополиуретан. Этот новейший подход к теплоизоляции позволяет значительно улучшить параметры энергосбережения, создавая эффективный и долговечный барьер от теплопотерь. Химический состав пенополиуретана позволяет использовать покрытые им резервуары при температуре от минус 150 °С до плюс 150 °С. Пенополиуретан, благодаря своей структуре, обеспечивает равномерное покрытие и бесшовную изоляцию, что устраняет большинство проблем, которые возникают при традиционных методах теплоизоляции.

Для безвоздушного распыления пенополиуретана, под высоким давлением, была разработана установка, которая позволяет создавать однородный и непрерывный слой утепления (рис.1).



Рис.1. Установка для нанесения ППУ [4]

Использование распылительного метода не только ускоряет процесс нанесения, но и делает его более гибким и целостным. Кроме того, ППУ обладает высокой стойкостью к влаге и грибкам, что делает его идеальным для использования на промышленных объектах. К тому же отличные свойства сцепления позволяют применять этот материал на разнообразных поверхностях (железобетоне, металле, стеклопластике и т.д.). Перед нанесением необходимо лишь очистить поверхность от коррозии, пыли, грязи, окалин и обезжирить ее [4, 11].

Единственным, возможно слабым местом полиуретана, можно считать его восприимчивость к ультрафиолетовому излучению. Однако этот недостаток вполне можно устранить: достаточно нанести грунтовку, краску или другое защитное покрытие, обладающее защитой от УФ-лучей, на поверхность пенополиуретана [12, 13].

**Выводы.** Пенополиуретан стал неотъемлемой частью современного производства и строительства благодаря своим уникальным свойствам. Этот материал отличается высокой прочностью, низкой теплопроводностью и влагоустойчивостью, что делает его идеальным для теплоизоляции. Важным фактом является также экологическая безопасность пенополиуретана. Современные технологии производства позволяют минимизировать вредные выбросы и использовать переработанные материалы, что делает ППУ более устойчивым к негативному воздействию окружающей среды [14].

Пенополиуретан – это перспективный материал, обладающий множеством преимуществ. Его правильное применение может значительно повысить энергоэффективность конструкций и снизить затраты на обогрев и отопление, что делает его актуальным выбором для современных строительных решений. При использовании метода нанесения пенополиуретана при безвоздушном распылении, привлекательность и эффективность данного материала значительно возрастает.

#### Библиографический список

1. Теплоизоляция, её виды, применение в условиях западной Сибири [Электронный ресурс]. URL: [https://spravochnik.ru/neftegazovoe\\_delo/teploizolyaciya\\_ee\\_vidy\\_primenenie\\_v\\_usloviyah\\_zapadnoy\\_sibiri/](https://spravochnik.ru/neftegazovoe_delo/teploizolyaciya_ee_vidy_primenenie_v_usloviyah_zapadnoy_sibiri/) (дата обращения: 27.09.2024).
2. Теплоизоляция: виды, методы, технологии [Электронный ресурс]. URL: <https://vztm.ru/teploizolyaciya-vidy-materialov-metodi-i-technologii> (дата обращения: 28.09.2024).
3. Теплоизоляция – характеристики и ключевые понятия [Электронный ресурс]. URL: <https://baurex.ru/wiki/teploizolyatsiya/teploizolyatsiya-xarakteristiki-i-klyucheve-ponyatiya/> (дата обращения: 28.09.2024).
4. Теплоизоляция резервуара методом нанесения пенополиуретана [Электронный ресурс]. URL: [https://sarrz.ru/blog\\_direktora/teploizoljacija\\_penopoliuretanom.html](https://sarrz.ru/blog_direktora/teploizoljacija_penopoliuretanom.html) (дата обращения: 28.09.2024).
5. Оценка влияния теплотехнических факторов на коррозионную стойкость конструкции / А.И. Калинина, А.В. Дядина, М.А. Долбилова, С.Г. Тульская // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2022. №1(26). С. 41–47.
6. 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.
7. Техническое обследование строительных конструкций зданий и сооружений / А.И. Калинина, А.С. Скрыженко, А.Р. Бохан, В.В. Покатаева // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2018. №3(12). С. 25–32.
8. Хорошилова Е.Л., Петрикеева Н.А., Попова Н.М. Повышение противокоррозионных свойств защиты газонепроводов // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2018. №2(11). С. 42–49.
9. 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.
10. Петрикеева Н.А., Копытин А.В., Попов Н.О. Оптимизация стоимостной целевой функции при определении толщины изоляции в системах теплоснабжения // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2016. №2(3). С. 26–33.
11. 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.
12. Вариант решения задачи оптимизации толщины теплоизоляционного слоя в теплоснабжении / Н.А. Петрикеева, Д.М. Чудинов, Е.А. Копыгина, Л.П. Мышовская // Научный журнал строительства и архитектуры. 2018. №2(50). С. 21–28.
13. Попов Н.О., Петрикеева Н.А., Копытин А.В. Определение оптимальной толщины теплоизоляционного слоя трубопроводов систем теплоснабжения // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2015. №1(18). С. 15–22.
14. Тульская С.Г., Петрикеева Н.А., Чуйкин С.В. Экологическая безопасность окружающей среды при загрязнении нефтепродуктами // Наука и образование – 2019: материалы всероссийской научно-практической конференции. Мурманск, 2020. С. 251–257.

*Для цитирования:* Кузьмина А.А., Бурлуцкий Д.С., Калинина А.И. Актуальные методы теплоизоляционной защиты резервуаров // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2024. №4(37). С. 35–39.

УДК 621.64

**ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВУАРЫ НА САНЯХ**

О. А. Наконечная, А. Р. Полудкин, А. И. Калинина

*Воронежский государственный технический университет**О. А. Наконечная, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел.: +7(988)703-87-01, e-mail: babobabolov@gmail.com**А. Р. Полудкин, студент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела**Россия, г. Воронеж, тел. +7(910)257-58-99, e-mail: aleksejpoludkin313@gmail.com**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.** В данной статье рассмотрены особенности конструкции резервуаров на санях, их преимущества и недостатки при применении. Определены ключевые характеристики и факторы, влияющие на эффективность использования данного типа резервуаров.

**Результаты.** Резервуары на санях, благодаря своим конструктивным особенностям, представляют собой важный элемент особенно в регионах с суровым климатом и отсутствием дорожной сети.

**Выводы.** Резервуары на санях предоставляют возможность транспортировки жидкостей и сыпучих материалов в условиях бездорожья, что делает их незаменимыми в нефтегазовой промышленности, горнодобывающей отрасли, строительстве, аварийных работах и операциях. Однако, несмотря на преимущества, такие резервуары имеют ряд ограничений, связанных с грузоподъемностью и сезонностью.

**Ключевые слова:** резервуары на санях, нефтегазовая промышленность, Крайний Север, полозья, теплоизоляция, мобильные резервуары, опорный элемент, грузоподъемность, установка.

**Введение.** Резервуары на санях – это специализированные емкости, предназначенные для хранения и перевозки жидких или сыпучих веществ в условиях, когда доступ к стандартным транспортным средствам затруднен или невозможен.

Такие резервуары часто используются в суровых климатических условиях, например, на Крайнем Севере, в горных и труднодоступных районах [1, 2]. Благодаря своей мобильности и адаптивности к суровым условиям, резервуары на санях широко применяются в нефтегазовой, горнодобывающей, строительной и других отраслях.

**1. Конструкция резервуаров на санях.** Конструктивно резервуар, установленный на санях, представляет собой горизонтальную ёмкость, к корпусу которой прикреплены сани (рис.1) [3]. Сани оснащены элементом, позволяющим буксировать их с помощью трактора или автомобиля, что делает конструкцию мобильной и позволяет перемещать её по грунту или снегу без использования автокрана. Кроме того, резервуар можно эксплуатировать сразу, без предварительной подготовки площадки. Благодаря тому, что сани имеют большую опорную площадь, нагрузка на грунт распределяется равномерно, что снижает требования к подготовке площадки.

Резервуары изготавливаются из различных прочных материалов, таких как сталь, алюминий и композитные материалы. Они могут иметь различную ёмкость, начиная от 5 м<sup>3</sup>. Форма корпуса цилиндрическая, выбрана с учётом специфических требований и особенностей местности. Оптимальная форма корпуса обеспечивает максимальную эффективность использования объема резервуара и удобство его эксплуатации [3, 4].



**Рис.1.** Резервуар на снях 20 м<sup>3</sup> [3]

Емкость снабжена технологическим люком для выполнения чистки внутренних стенок корпуса емкости, что позволяет устранять отложения механическим способом.

Конструкция таких саней включает ряд ключевых элементов: прочную несущую раму из высокопрочных материалов (например, композитов), специализированную ходовую часть для передвижения по снегу и льду, надежные системы крепления для предотвращения смещения или падения резервуаров, а также дополнительное оборудование для облегчения транспортировки и поддержания необходимой температуры внутри резервуаров [3, 5].

Сани представляют собой металлические либо композитные балки, которые служат основанием для установки корпуса резервуара. Несущая рама должна быть изготовлена из высокопрочных материалов для снижения общей массы саней и повышения их устойчивости к нагрузкам. Элементы усиления и ребра жесткости способствуют повышению устойчивости конструкции.

Ходовая часть включает специализированные полозья, адаптированные для передвижения по снегу и льду, что обеспечивает проходимость саней. Широкие лыжи или гусеничные движители увеличивают проходимость, а демпфирующие элементы снижают динамические нагрузки при передвижении по неровной поверхности. Полозья обеспечивают стабильность резервуара и его способность перемещаться по снежному покрову или пересеченной местности. Воздействие низких температур, ветра, снега и льда требует тщательной проработки конструкции саней [3, 5].

Они выполняют функции опорного и транспортировочного элемента резервуара. В таких конструкциях не предусмотрено изготовление отдельных опор для установки на грунт. Емкости на снях, подобно традиционным стальным резервуарам, обладают высокой устойчивостью к механическим повреждениям, атмосферным воздействиям и прочим факторам, способным негативно повлиять на качество хранящихся в них веществ.

Регулируемые крепления позволяют адаптировать конструкцию под различные типы резервуаров, а дополнительные фиксирующие элементы, такие как ремни, тросы или зажимы, обеспечивают дополнительную безопасность.

Дополнительное оборудование включает точки для подъема и буксировки саней, что облегчает их транспортировку. Защитные ограждения, лебедки или домкраты могут быть установлены для повышения функциональности саней, а системы обогрева поддерживают необходимую температуру внутри резервуаров в условиях низких температур.

Теплоизоляция резервуаров на снях является критически важным аспектом, поскольку она минимизирует тепловые потери и предотвращает замерзание содержимого в

условиях низких температур. В качестве теплоизоляционных материалов часто используют пенопласт, минеральную вату и пенополиуретан, которые обладают высокими показателями термического сопротивления (рис.2) [6].



Рис.2. Устройство теплоизоляции резервуара на санях [6]

Обогрев резервуаров может также осуществляться с помощью электрических нагревателей, систем водяного отопления или инфракрасных излучателей, что позволяет поддерживать оптимальную температуру внутри резервуара. Системы вентиляции обеспечивают циркуляцию воздуха и предотвращают накопление конденсата, который может привести к коррозии и другим негативным последствиям. Дополнительные элементы, такие как защитные кожухи и покрытия, также способствуют повышению устойчивости резервуаров к внешним воздействиям и продлевают их срок службы [7].

**2. Основные сферы применения резервуаров на санях.** Из-за своей универсальности, данная конструкция может использоваться в различных сферах.

1) Нефтегазовая промышленность. В условиях Крайнего Севера и труднодоступных районов резервуары на санях используются для транспортировки нефти, дизельного топлива, буровых растворов, химических реагентов и других технических жидкостей. Эти системы незаменимы в местах с сезонной транспортной доступностью, где передвижение возможно только по зимникам или ледяным дорогам.

Согласно экспертным оценкам, значительная часть мировых запасов углеводородного сырья сосредоточена в спорных морских акваториях Баренцева моря. Это составляет около 2% от общемировых запасов нефти и газа, или примерно 7,2 млрд. т топлива. В условиях истощения легкодоступных месторождений природного газа и нефти, арктические регионы становятся все более привлекательными в качестве потенциальных источников углеводородного сырья, несмотря на суровые климатические условия и технические сложности их освоения. Глобальные климатические изменения, приводящие к постепенному отступанию арктических льдов, открывают новые возможности для судоходства и разработки нефтегазовых ресурсов с использованием передовых технологий [8–10].

2) Горнодобывающая промышленность. В горных и отдаленных районах, где отсутствуют электрические сети, резервуары на санях применяются для транспортировки руд, сыпучих материалов и химических реагентов, необходимых для переработки. Они способствуют обеспечению непрерывной работы карьеров и горных шахт.

3) Военные и спасательные операции. В условиях, когда стандартные транспортные средства не могут пройти, резервуары на санях применяются для доставки топлива, воды и других жизненно необходимых ресурсов. Это особенно актуально и в арктических регионах, где доступ к базам затруднен. Мобильные резервуары могут служить источником топлива для аварийной техники, генераторов, обогревательных систем и другого оборудования, необходимого для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций [11, 12].

4) Аварийное водоснабжение. В чрезвычайных ситуациях резервуары на санях могут быть использованы для быстрой доставки воды в отдаленные районы, где требуется срочное водоснабжение.

**3. Преимущества и недостатки использования резервуаров на санях.** Применение данной конструкции в условиях низкой транспортной доступности и экстремальных климатических условий Крайнего Севера характеризуется рядом достоинств и недостатков, которые подлежат рассмотрению [8, 9].

Преимущества.

1. Мобильность и манёвренность. Благодаря применению саней, данные ёмкости могут эффективно транспортироваться даже по труднопроходимым участкам местности, таким как снежные, болотистые или каменистые дороги. Это делает их оптимальными для использования в регионах, где строительство постоянных дорожных путей невозможно или экономически нецелесообразно. Конструкция резервуаров на санях обеспечивает их транспортировку по снежной и пересечённой местности, что повышает доступность удалённых районов.

2. Адаптация к экстремальным климатическим условиям. Резервуары на санях могут быть оснащены системами, необходимыми для сохранения содержимого при низких температурах, ветрах и снежных заносах, характерных для Крайнего Севера.

3. Универсальность применения. Они обладают высокой эксплуатационной гибкостью. Их можно оперативно перемещать между различными участками, что особенно важно при проведении сезонных работ. Лёгкость и простота установки данных систем позволяют сократить время на подготовку к эксплуатации, а использование современных материалов обеспечивает защиту от коррозии и деформации при низких температурах. Конструкция резервуаров на санях позволяет использовать их для хранения и транспортировки различных видов жидких и сыпучих материалов, что расширяет их функциональность в труднодоступных районах.

4. Экономическая эффективность. Применение мобильных резервуаров может быть более экономически целесообразным по сравнению с созданием стационарных объектов инфраструктуры в удалённых районах. Предоставляется возможность многократного использования мобильных резервуаров, установленных на сани, что позволяет распределить капитальные вложения на более длительный период.

Использование резервуаров на санях в условиях Арктики может быть экономически эффективным решением, что связано с несколькими факторами.

Во-первых, это снижение затрат на ликвидацию последствий аварий, так как оперативная доставка топлива и необходимых ресурсов позволяет быстро локализовать и собрать разлитые нефтепродукты, сокращая время и стоимость аварийных работ.

Во-вторых, это экономия на транспортных расходах, поскольку сани с резервуарами более манёвренны и требуют меньших затрат на топливо по сравнению с крупногабаритными транспортными средствами, что снижает расходы на транспортировку ресурсов в труднодоступные районы [8, 11].

В-третьих, это повышение эксплуатационной готовности, так как наличие мобильных резервуаров обеспечивает непрерывность процессов и снижает простои оборудования в случае аварий, повышая эффективность работы предприятий в удалённых районах.

Наконец, это снижение экологических издержек, так как быстрая локализация разливов предотвращает загрязнение хрупких арктических экосистем, снижая риск возникновения масштабных экологических катастроф [13].

Таким образом, применение резервуаров на санях в Арктике представляет собой экономически эффективное решение, которое обеспечивает сокращение прямых затрат, повышение производительности и минимизацию экологического ущерба [14].

Недостатки.

1. Ограничения по грузоподъёмности. Конструкция таких резервуаров накладывает ограничения на их габаритные размеры и, как следствие, на объём хранимого продукта. Для некоторых областей применения этого может быть недостаточно.

2. Конструктивные особенности. Так, необходимость частых перемещений и воздействие низких температур, снежных заносов и ветровых нагрузок предъявляют повышенные требования к прочности и герметичности корпусных элементов, а также к надёжности систем крепления и механизмов перемещения. Кроме того, удаленность объектов эксплуатации от промышленных центров и развитой инфраструктуры существенно усложняет процессы технического обслуживания и ремонта.

3. Необходимость организации выездных бригад, доставки запасных частей и специализированного оборудования в труднодоступные районы значительно увеличивает временные и финансовые затраты. Особую сложность представляет диагностика технического состояния резервуаров в условиях Крайнего Севера. Применение традиционных методов контроля и мониторинга зачастую затруднено из-за воздействия экстремальных климатических факторов. Это требует разработки специализированных методик и технических средств, адаптированных к специфике эксплуатации. Или требуется временная транспортировка данных резервуаров в более мягкие климатические зоны [15, 16].

4. Ограничения по безопасности. Использование резервуаров на санях создаёт дополнительные риски, связанные с транспортировкой, погрузочно-разгрузочными работами и хранением опасных или ценных материалов.

5. В условиях низких температур, при воздействии ветра и осадков возникает риск нарушения функционирования резервуаров, содержащих опасные вещества. Это может произойти из-за замерзания содержимого резервуаров при нештатных ситуациях. Также существует опасность получения травм при работе с мобильными резервуарами и легковоспламеняющимися жидкостями. Кроме того, необходимо учитывать риски, связанные с воздействием льда, снега и ледовых торосов на конструкцию саней и резервуаров.

Для обеспечения безопасных условий труда при работе с резервуарами необходимо принимать меры предосторожности. Важно не допускать замерзания или перегрева содержимого резервуаров, следить за состоянием конструкции и соблюдать правила обращения с легковоспламеняющимися жидкостями. Также необходимо учитывать риски, связанные с возможными природными явлениями [11, 17, 18].

**Выводы.** Использование резервуаров на санях как инновационного решения для транспортировки жидкостей и газов актуально в условиях, где традиционные методы могут быть затруднены или невозможны. Преимущества такого подхода включают повышенную мобильность, возможность доставки в труднодоступные районы и экономию на строительстве инфраструктуры.

Однако необходимо учитывать и ряд недостатков, таких как ограничения по объёму и типу транспортируемых веществ, а также сложность в поддержании длительного температурного режима. Тем не менее, в определённых ситуациях использование данной конструкции может оказаться экономически выгодным и целесообразным.

Дальнейшие исследования в этой области могут быть направлены на оптимизацию конструкции резервуаров, улучшение теплоизоляции и разработку более эффективных систем управления [19]. Это позволит расширить область применения данного метода транспортировки, сделать его более универсальным и повысить его эффективность.

#### Библиографический список

1. Колчин С.В. Развитие российского нефтегазового комплекса: предпосылки и перспективы [Электронный ресурс]. URL: [https://ogbus.ru/files/ogbus/authors/KasatkinRG/KasatkinRG\\_1.pdf](https://ogbus.ru/files/ogbus/authors/KasatkinRG/KasatkinRG_1.pdf) (дата обращения: 21.09.2024).
2. Головина Т.А., Хорольская Т.Е. Регионально-отраслевое развитие Арктической зоны Российской Федерации // Вестник Академических знаний. 2023. №1(54). С. 82–88.
3. Конструкция нестандартных резервуаров на саях – плюсы и особенности: официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://snmash.ru/articles/rezervuary-na-sanyakh.html> (дата обращения: 08.09.2024).
4. Беляева В.Я. Нефтегазовое строительство: учеб. пособие для студентов вузов / под общ. ред. проф. И.И. Мазура, проф. В.Д. Шапиро. М.: ОМЕГА-Л, 2005. 744 с.
5. Завод ПЗЭМ – производство, продажа энергетического и промышленного оборудования в Москве. : официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://pzem.ru/> (дата обращения: 27.10.2024).
6. 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.
7. Петрикеева Н.А., Лавлинская Е.А., Зыкова М.Ю. Аккумуляторы теплоты на фазовом переходе // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Студент и наука. 2015. №8. С. 226–233.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. Данилевич Я.Б., Коваленко А.Н., Кручинина И.Ю. Роль децентрализованной энергетики в общей энергосистеме // Академия энергетики. 2008. №1. С. 42–45.
13. Тульская С.Г., Калинина А.И., Петрикеева Н.А. Основные аспекты экологических проблем нефтегазовой отрасли // Нефтяная столица: материалы 4-го Международного молодежного научно-практического форума. Ханты-Мансийск, 2021. С. 199–202.
14. 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.
15. Давыдов А.Н., Асташов Д.О., Скляров К.А. Перспективы и вызовы теплоэнергетических систем будущего // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2024. №3(36). С.24–29.
16. 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.
17. 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.
18. Влияние воздушных линий переменного тока на стальные трубопроводы / А.А. Пискунков, Е.А. Копытина, П.А. Чудинова, Н.А. Петрикеева // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2019. № 3(16). С. 42–46.
19. 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.

*Для цитирования:* Наконечная О.А., Полудкин А.Р., Калинина А.И. Горизонтальные цилиндрические резервуары на саях // Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. 2024. №4 (37). С. 40–45.

## 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.