



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Воронежский государственный технический университет»

ISSN 2949-3749 (Online)

## СТРОИТЕЛЬСТВО И НЕДВИЖИМОСТЬ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Выпуск № 3 (18), 2025

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Воронежский государственный технический университет»

Журнал издается 6 раз в год

**СТРОИТЕЛЬСТВО И НЕДВИЖИМОСТЬ**

**Редакционная коллегия**

Главный редактор	<b>В.Я. Мищенко</b> , д-р техн. наук, профессор
Зам. главного редактора	<b>О.К. Мещерякова</b> , д-р экон. наук, профессор
Ответственный секретарь	<b>Е.А. Чеснокова</b> , канд. экон. наук, доцент

**Члены редакционной коллегии**

**В.М. Круглякова** – д-р экон. наук, профессор, ВГТУ (Воронеж);  
**Д.И. Емельянов** – канд. техн. наук, доцент, ВГТУ (Воронеж);  
**Н.А. Понявина** – канд. техн. наук, доцент, ВГТУ (Воронеж);  
**И.И. Попов** – канд. техн. наук, директор центра межвузовской научной коммуникации, РГАУ-МСХА(Москва);  
**В.Т. Ерофеев** – д-р техн. наук, профессор, МГУ им. Н.П. Огарёва (Мордовия);  
**Б.Б. Хрусталеv** – д-р экон. наук, профессор, ПГУАС (Пенза);  
**К.П. Грабовый** – д-р экон. наук, доцент, НИУ МГСУ (Москва);  
**В.В. Бредихин** – д-р экон. наук, профессор, ЮЗГУ (Курск);  
**А.А. Солдатов** – канд. техн. наук, доцент, СКФУ (Ставрополь);  
**М.А. Самохвалов** – канд. техн. наук, доцент, ТИУ (Тюмень).

Материалы публикуются в авторской редакции, за достоверность сведений, изложенных в публикациях, ответственность несут авторы.

Издатель и учредитель: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

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

Адрес редакции: 394006 г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, кафедра технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью

© Строительство и недвижимость, 2025

© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2025

## **Вступительное слово главного редактора журнала «Строительство и недвижимость»**

Вашему вниманию предлагается новый выпуск журнала «Строительство и недвижимость». Целью появления данного выпуска является содействие повышению публикационной активности научных работников и профессорско-преподавательского состава высших учебных заведений, бакалавров, специалистов, магистрантов, аспирантов ВГТУ и других вузов.

Задача архитектора – оформить пространство, задача строителя – воплотить это оформление в жизнь. Идея останется идеей, если не знать, как ее реализовать, как организовать сам процесс этого воплощения архитектурных замыслов от начала и до конца. В стенах ВГТУ всегда умели и первое, и второе, делились этим знанием со студентами, с представителями строительного производства и государственного управления, консультирующимися по самым разным вопросам в данной сфере. Одним из путей распространения информации является данное издание.



Журнал «Строительство и недвижимость» ежегодно освещает все направления в области возведения зданий и сооружений, а также экспертизы недвижимости. Здесь представляют свои научные труды как видные ученые в данной сфере, так и начинающие специалисты.

Цель издания – рассмотрение уже реализованных инвестиционно-строительных проектов, так и поиск новых путей, инноваций в строительстве и архитектуре. Тем не менее, основной направленностью остается связь между теорией и практикой, то есть между учебным процессом, изобретательством и комплексным внедрением согласно базовым принципам сервейинга.

Журнал состоит из 4 разделов: «Градостроительство, планировка сельских населённых пунктов», «Технология и организация строительства», «Управление жизненным циклом объектов строительства», «Региональная и отраслевая экономика». Все публикации проходят рецензирование и оцениваются с точки зрения их научной новизны с целью дальнейшего продвижения открытий и достижений.

В заключение хотелось бы выразить большую благодарность членам редакционной коллегии и коллективу кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью за творческий подход к созданию журнала, открытость современным научным тенденциям и глобальным экономическим вызовам.

Главный редактор научного журнала  
доктор технических наук, профессор,  
зав. кафедрой технологии, организации  
строительства, экспертизы и управления  
недвижимостью ВГТУ

Мищенко В.Я.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ

- Казаков Д. А., Медведева Л. И., Воронова А. А., Шарыгина И. К.** 6  
«Зелёные» здания: прорыв в архитектуре или дорогостоящая утопия?
- Котова К. С., Маковеева А. П., Каширская Л. Е.** 12  
Анализ организации велосипедного движения в городах России и за рубежом
- Чеснокова Е. А., Паненков К. К., Писарева Ю. М.** 20  
Редевелопмент в России: стратегии, вызовы и перспективы

### ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

- Косовцева И. А., Иванов Д. А., Кравцова Д. Ю.** 27  
Снижение эксплуатационных расходов при внедрении энергоэффективных технологий в капитальном строительстве
- Косовцева И. А., Козырева Е. А., Спесивцева А. Г.** 33  
Применение возобновляемых источников энергии в капитальном строительстве
- Николенко С. Д., Анваров Д. М.** 39  
Особенности экспертизы технического состояния реконструированных торговых объектов
- Николенко С. Д., Новикова А. И.** 46  
Порядок и особенности проведения обследования плит перекрытия общеобразовательного учреждения
- Николенко С. Д., Топоркова И. И.** 53  
Анализ определения грузоподъемности моста
- Сергеева А. Ю., Найчук И. И., Мясищев Р. Ю., Сергеев Ю. Д.** 62  
Использование BIM-технологий при проведении строительно-технической экспертизы
- Сергеева А. Ю., Найчук И. И., Розанов А. А., Сергеев Ю. Д.** 69  
Исследование деформаций и повреждений существующих зданий в результате строительства новых объектов
- Сергеева А. Ю., Русанов Д. И., Розанов А. А., Сергеев Ю. Д.** 76  
Инструментальный контроль технического состояния стройобъекта в ходе сплошного технического обследования

**Старцев В. Н., Лобов Д. С.** 84  
Особенности обследования технического состояния производственных сборных железобетонных зданий

**Старцев В. Н., Сухорукова Н. А.** 90  
Особенности оценки технического состояния кирпичных многоквартирных жилых зданий малой этажности

**Ткаченко А. Н., Василенко А. Н., Горловой Д. Ю.** 96  
Особенности монолитных работ в условиях высоких температур

**Ткаченко А. Н., Трубчанинов А. П.** 101  
Оценка полноты мероприятий по обеспечению безопасности выполнения монтажных, антикоррозионных работ на примере реального проекта производства работ (ППР)

#### **УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА**

**Понявина Н. А., Чесноков А. С., Каталандзе Р. З.** 109  
Влияние законодательства на проектную деятельность в нефтегазовой отрасли

#### **РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА**

**Круглякова В. М., Пьяных Д. В.** 114  
Применение диаграммы Исикавы для выявления различий в характеристиках объектов при формировании выборки в составе сравнительного подхода к оценке

## ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ

УДК 69.001.5

### «ЗЕЛЁНЫЕ» ЗДАНИЯ: ПРОРЫВ В АРХИТЕКТУРЕ ИЛИ ДОРОГОСТОЯЩАЯ УТОПИЯ?

Д. А. Казаков, Л. И. Медведева, А. А. Воронова, И. К. Шарыгина

---

**Казаков Дмитрий Александрович**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: k\_di@list.ru

**Медведева Лилия Ивановна**, Воронежский государственный технический университет, студент гр. СУЗ-201, E-mail: liliy\_vgasu@mail.ru

**Воронова Алина Алексеевна**, Воронежский государственный технический университет, студент гр. СУЗ-201, E-mail: voronowa.alink@yandex.ru

**Шарыгина Ирина Константиновна**, Воронежский государственный технический университет, студент гр. СУЗ-201, E-mail: sharirina700@gmail.com

---

**Аннотация:** концепция «зелёного строительства» представляет собой современный и инновационный подход к проектированию, возведению и эксплуатации зданий и сооружений, направленный на снижение негативного воздействия на окружающую среду, рациональное использование природных ресурсов и повышение качества жизни человека. В основе этой концепции лежит стремление к созданию устойчивой и экологически безопасной архитектурной среды, способной минимизировать углеродный след и способствовать гармоничному взаимодействию человека с природой. В статье подробно рассматриваются основные принципы устойчивого строительства, включая применение экологически безопасных, долговечных и перерабатываемых строительных материалов, а также снижение уровня отходов и выбросов на всех этапах жизненного цикла здания. Особое внимание уделяется повышению эффективности водопользования, внедрению энергосберегающих технологий, использованию возобновляемых источников энергии, улучшению внутреннего микроклимата, теплоизоляции и обеспечению высокого качества воздуха внутри помещений за счёт современных инженерных и архитектурных решений.

**Ключевые слова:** зелёное строительство, энергоэффективность, экологичные материалы, возобновляемые источники энергии, умные здания.

### «GREEN» BUILDINGS: A BREAKTHROUGH IN ARCHITECTURE OR AN EXPENSIVE UTOPIA?

D. A. Kazakov, L. I. Medvedeva, A. A. Voronova, I. K. Sharygina

**Kazakov Dmitry Alexandrovich**, *Voronezh State Technical University, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, Organization of Construction, Expertise and Real Estate Management, E-mail: k\_di@list.ru*

**Medvedeva Liliya Ivanovna**, *Voronezh State Technical University, student gr. SUZ-201, E-mail: liliy\_vgasu@mail.ru*

**Voronova Alina Alekseevna**, *Voronezh State Technical University, student gr. SUZ-201, E-mail: voronowa.alink@yandex.ru*

**Sharygina Irina Konstantinovna**, *Voronezh State Technical University, student gr. SUZ-201, E-mail: sharirina700@gmail.com*

---

**Abstract:** the concept of “green building” represents a modern and innovative approach to the design, construction, and operation of buildings and structures, aimed at reducing negative environmental impact, using natural resources efficiently, and improving human quality of life. At the core of this concept is the goal of creating a sustainable and environmentally friendly architectural environment that minimizes the carbon footprint and fosters harmonious interaction between humans and nature. This article explores the key principles of sustainable construction in detail, including the use of environmentally safe, durable, and recyclable building materials, as well as the reduction of waste and emissions at all stages of a building’s life cycle. Special attention is given to improving water efficiency, implementing energy-saving technologies, utilizing renewable energy sources, enhancing indoor climate and insulation, and ensuring high indoor air quality through modern engineering and architectural solutions.

**Keywords:** green building, energy efficiency, eco-friendly materials, renewable energy sources, smart buildings.

Современные города разрастаются, потребление ресурсов растёт, экология ухудшается. Мы привыкли к стеклянным небоскрёбам, работающим как теплицы, с кондиционерами, потребляющими мегаватты энергии. Но что, если можно строить иначе? «Зелёные» здания обещают именно это: минимальные отходы, максимальную энергоэффективность и гармонию с природой. Казалось бы, идеальный вариант. Но если всё так просто, почему такие проекты до сих пор не стали нормой?

На самом деле «зелёное» строительство - это не просто озеленённые крыши и солнечные панели. Это целый комплекс технологий и подходов. Материалы должны быть переработанными и экологически чистыми, системы жизнеобеспечения - энергоэффективными, а вентиляция - естественной, без перегрева и лишних затрат. Кроме того, такие здания должны экономить воду, например, собирая дождевую влагу и перерабатывая сточные воды [1].

Звучит прекрасно, но есть нюанс: всё это стоит дорого. На стадии строительства «зелёные» здания обходятся на 10-30% дороже обычных. Цифры основаны на результатах нескольких исследований и отчетов международных организаций. World Green Building Council (WGBC) в своем докладе «The Business Case for Green Building» (2013) указывает, что в среднем строительство зданий по стандартам LEED или BREEAM обходится на 0-12,5% дороже, но в некоторых случаях перерасход может достигать 30% в зависимости от сложности проекта и региона [2]. U.S. Green Building Council (USGBC) в рамках анализа сертифицированных зданий LEED зафиксировали дополнительные затраты на уровне 2-10%, особенно в случаях, когда проектировщики не имели большого опыта в зелёном строительстве. McKinsey & Company в одном из аналитических обзоров по устойчивому развитию указывают, что дополнительные инвестиции в «зелёные» технологии, материалы и проектные решения могут составлять до 30% от общей стоимости проекта, особенно в странах с недостаточной нормативной и логистической поддержкой [3].

Технологии, которые позволяют зданиям быть энергоэффективными, требуют значительных вложений. Например, умные системы вентиляции и автоматического контроля микроклимата сокращают энергопотребление, но их установка и обслуживание стоят немалых денег. Для наглядности рассмотрим таблицу сравнения стоимости стандартных и «умных» систем на примере 17-этажного жилого дома площадью около 10000 м<sup>2</sup>.

Таблица

**Сравнение стоимости стандартных и «умных» систем**

Система	Стандартное решение	«Умное» решение	Разница в стоимости
Приточно-вытяжная вентиляция	15-25 млн. руб.	30-60 млн. руб.	+15-35 млн. руб.
Отопление (с обычным управлением)	8-12 млн. руб.	15-25 млн. руб. (с управлением по зонам, погоде и графику)	+7-13 млн. руб.
Контроль микроклимата (датчики, управление, софт)	Отсутствует	50-120 млн. руб.	+50-120 млн. руб.
Система диспетчеризации и мониторинга	Простая или отсутствует	8-12 млн. руб.	+8-12 млн. руб.
<b>Итого (оценка)</b>	<b>30-40 млн. руб.</b>	<b>100-180 руб.</b>	<b>+70-140 млн. руб.</b>

Из-за этого застройщики часто отказываются от экологических решений, выбирая более дешёвые варианты.

Но, несмотря на высокую стоимость, у «зелёных» зданий есть огромные преимущества. Они потребляют меньше электроэнергии и воды, что снижает расходы на их эксплуатацию. Например, гонконгский University College of Estate Management пишет, что офисное здание The Edge в Амстердаме использует солнечные панели, датчики движения и интеллектуальные системы управления светом и вентиляцией, что позволяет экономить до 70% энергии [4]. Статья строительной фирмы Atkins о своем здании Bahrain World Trade Center уверяет, что встроенные ветрогенераторы, обеспечивают 15% потребностей здания в электричестве. А сайт Travel guide повествует о комплексе Bosco Verticale в Милане с тысячами деревьев на фасадах, который не только снижает температуру внутри зданий, но и очищает воздух.

Эти проекты доказывают, что «зелёные» технологии работают. Они делают здания энергоэффективными, а жизнь в них - комфортнее. В таких офисах выше производительность сотрудников, а жильцы реже болеют, так как воздух чище и влажность оптимальна. Кроме того, компании, работающие в «зелёных» зданиях, получают дополнительный плюс к репутации. В глазах клиентов и партнёров они выглядят более прогрессивными и ответственными, что даёт им конкурентное преимущество.

Однако не все проекты оказываются успешными. Например, русская путешественница и блогерша Lanna Beiker, переехавшая в Китай, написала свои наблюдения о китайском жилом комплексе Qiyi City Forest Garden, который задумывался как рай среди бетонных джунглей. Балконы покрыли густыми растениями, которые должны были очищать воздух и защищать от жары. Но из-за плохого ухода зелёные насаждения превратились в дикие заросли, стали рассадником комаров, и жильцы начали массово съезжать. А Michael Mobbs, консультант по охране окружающей среды, рассказал об австралийском Sidney Sustainable House - полностью автономном доме, без подключения к городским

коммуникациям. Но оказалось, что в засушливые месяцы воды не хватает, а солнечных батарей недостаточно, чтобы покрыть все нужды жильцов [5]. Эти примеры показывают, что «зелёные» технологии нужно адаптировать к условиям эксплуатации, а не просто внедрять ради красивой картинки.

Помимо высокой стоимости и сложного обслуживания, у «зелёных» зданий есть ещё один минус - они не всегда подходят для всех климатических зон. Например, солнечные панели малоэффективны в регионах с частыми облаками, а ветрогенераторы не дадут достаточно энергии там, где ветры слабые. Кроме того, некоторые системы, например, естественная вентиляция или использование дождевой воды, требуют специфических условий. В жарком и влажном климате без кондиционеров не обойтись, а в пустынях-дождевой-воды-просто недостаточно.

Но, несмотря на эти сложности, тренд на «зелёные» здания набирает обороты. Всё больше стран вводят жёсткие экологические стандарты для строительства. В Европейском союзе действует Директива 2010/31/EU (переработана в 2018 году), которая устанавливает обязательные требования к энергоэффективности зданий. Согласно ей с 2021 года все новые здания в странах ЕС должны быть почти нулевыми по энергопотреблению (NZEB – Nearly Zero-Energy Buildings). Это означает, что здание должно потреблять минимальное количество энергии, и большая её часть должна поступать из возобновляемых источников (солнечных панелей, тепловых насосов) [6]. Например, в Швеции и Дании активно внедряются стандарты пассивного дома (Passivhaus), где здания почти не нуждаются в отоплении, а в Германии действует программа KfW-Effizienzhaus, предоставляющая льготные кредиты на строительство энергоэффективного жилья. В ряде городов США и вовсе предусмотрены штрафы или санкции за несоответствие экологическим стандартам. В Нью-Йорке в 2019 году принят закон Local Law 97 в рамках пакета Climate Mobilization Act, который обязывает крупные здания (более 2 300 м<sup>2</sup>) сокращать выбросы CO<sup>2</sup>. С 2024 года за превышение нормативов вводятся штрафы до \$268 за каждую лишнюю тонну выбросов в год. Например, небоскрёбы с устаревшими системами отопления и кондиционирования могут получать штрафы на сотни тысяч долларов в год, если не модернизируются. А в Сан-Франциско застройщики обязаны соблюдать Green Building Code, включая установку солнечных панелей и использование сертифицированных материалов [7]. За нарушения - отказ в выдаче разрешения на строительство.

Будущее за технологиями, которые сделают «зелёное» строительство доступнее. Уже сейчас появляются инновационные материалы, снижающие затраты. Например, на фасаде здания Al Bahar Towers в Абу-Даби установили самоочищающиеся стеклопакеты - это стеклянные панели, покрытые специальным фотокаталитическим и гидрофильным слоем. Под воздействием солнечного света фотокаталитический слой разлагает органические загрязнения на поверхности стекла (пыль, копоть, жир). После этого благодаря гидрофильным свойствам вода не скатывается каплями, а растекается по поверхности, смывая грязь равномерным слоем. То есть, при дожде или орошении окно фактически моется само. Эти свойства позволяют минимизировать траты на мытье фасадов (особенно у высоток). Более того, чистое стекло пропускает больше света, что снижает потребность в освещении и кондиционировании (помещение меньше нагревается). Еще одним инновационным проектом служит BIQ House в Гамбурге. На фасаде этого здания установлены панели с водорослями - это инновационные фасадные панели, внутри которых циркулирует вода с микроводорослями [8]. Как это работает: панели устанавливаются на солнечной стороне здания, водоросли активно растут, поглощая CO<sup>2</sup> и солнечную энергию. Результат - естественное затенение (за счёт плотности водорослей), снижение температуры внутри здания. Параллельно, при фотосинтезе водоросли выделяют кислород и биомассу, которую можно использовать как источник биоэнергии (например, для подогрева воды или выработки электричества). В итоге получается: снижение нагрузки на кондиционеры, очищение воздуха от углекислого газа, эстетика и футуризм [9]. Возможно, в ближайшие

десятилетия строительство таких домов станет нормой, а традиционные бетонные «коробки» уйдут в прошлое.

Сегодня «зелёные» здания - это инвестиция в будущее. Они требуют больше вложений на старте, но в долгосрочной перспективе окупаются за счёт экономии ресурсов. Конечно, они не идеальны, но мир меняется, технологии совершенствуются, и через пару десятилетий мы, возможно, будем удивляться, как вообще можно было жить без энергосберегающих домов и зелёных крыш.

### Список литературы

1. Черских, Д. Ю. Основные направления "зеленого" строительства / Д. Ю. Черских, Д. А. Жилин, К. К. Чуйко // Образование. Наука. Производство : Сборник докладов XV Международного молодежного форума, Белгород, 23–24 октября 2023 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. – С. 135-139.
2. Иванкина, Е. В. "Зеленое" строительство как инструмент сокращения бюджета строительства объекта жилой недвижимости / Е. В. Иванкина, Д. В. Солин // Современные проблемы управления проектами в инвестиционно-строительной сфере и природопользовании : Материалы 4-ой международной научно-практической конференции, Москва, 10–11 апреля 2014 года / Под ред. В.И. Ресина. – Москва: ЗАО «Гриф и К», 2014. – С. 224-232.
3. Нерозина, С. Ю. Организационно-экономический механизм инвестирования и управления недвижимостью / С. Ю. Нерозина, А. А. Осипов // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2023. – Т. 20, № 1. – С. 39-45.
4. Жарков, Д. И. Основные принципы зеленого строительства, преимущества экологического рейтинга и его влияние на развитие зеленого строительства / Д. И. Жарков // Современные наука и образование: достижения и перспективы развития : Сборник материалов XXX международной очно-заочной научно-практической конференции. В 4-х томах, Москва, 07 июня 2023 года. Том 3. – Москва: Научно-издательский центр "Империya", 2023. – С. 133-135.
5. Голубева, О. А. Перспективы развития "зеленого" строительства / О. А. Голубева // Дни студенческой науки : Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института экономики, управления и коммуникаций в сфере строительства и недвижимости НИУ МГСУ, Москва, 26 февраля – 01 2024 года. – Москва: Московский государственный строительный университет (национальный исследовательский университет), 2024. – С. 547-549.
6. Ефременко, А. В. "Зеленое" строительство и концепция устойчивого развития в современном проектировании зданий / А. В. Ефременко // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых- 2019 : сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции, Курск, 13–14 ноября 2019 года / Юго-Западный государственный университет. Том 4. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2019. – С. 131-133.
7. Нерозина, С. Ю. Меры по предупреждению неблагоприятного воздействия строительства на экологическую обстановку в мире / С. Ю. Нерозина, Д. М. Тихонова, А. В. Вережкина, А. И. Коровкина // Строительство и недвижимость. – 2021. – № 2(9). – С. 131-135.
8. Столярова, Т. А. Зеленое строительство как перспективное направление в 2025 году / Т. А. Столярова, И. Е. Спивак, А. А. Арзуманов, А. Н. Василенко // Строительство и недвижимость. – 2025. – № 1(16). – С. 56-63.
9. Горбанева, Е. П. Сбережение тепловой энергии с учетом технических рисков / Е. П. Горбанева, С. Ю. Нерозина, К. С. Севрюкова // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2022. – Т. 19, № 3. – С. 60-66.

### List of references

1. Cherskikh, D. Y. The main directions of "green" construction / D. Y. Cherskikh, D. A. Zhilin, K. K. Chuiko // Education. Science. Production : Collection of reports of the XV International Youth Forum, Belgorod, October 23-24, 2023. Belgorod: Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 2023, pp. 135-139.
2. Ivankina, E. V. "Green" construction as a tool for reducing the budget for the construction of residential real estate / E. V. Ivankina, D. V. Solin // Modern problems of project management in the investment and construction sector and environmental management : Proceedings of the 4th International Scientific and practical conference, Moscow, April 10-11, 2014 / Edited by V.I. Resin. Moscow: Grif & K CJSC, 2014, pp. 224-232.
3. Nerozina, S. Y. Organizational and economic mechanism of investment and management of real estate / S. Y. Nerozina, A. A. Osipov // FES: Finance. Economy. Strategy. – 2023. – Vol. 20, No. 1. – pp. 39-45.
4. Zharkov, D. I. Basic principles of green construction, advantages of environmental rating and its impact on the development of green construction / D. I. Zharkov // Modern science and education: achievements and development prospects : Proceedings of the XXX international correspondence scientific and practical conference. In 4 volumes, Moscow, June 07, 2023. Volume 3. Moscow: Empire Scientific Publishing Center, 2023, pp. 133-135.
5. Golubeva, O. A. Prospects for the development of "green" construction / O. A. Golubeva // Days of Student Science : A collection of reports of a scientific and technical conference on the results of research work by students of the Institute of Economics, Management and Communications in the Field of Construction and Real Estate of the National Research University MGSU, Moscow, February 26 – 01, 2024. Moscow: Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), 2024, pp. 547-549.
6. Efremenko, A.V. "Green" construction and the concept of sustainable development in modern building design / A.V. Efremenko // Generation of the future: The view of young scientists - 2019 : collection of scientific articles of the 8th International Youth Scientific Conference, Kursk, November 13-14, 2019 / Southwestern State University. Volume 4. Kursk: Closed Joint–Stock Company "University Book", 2019. pp. 131-133.
7. Nerozina, S. Y. Measures to prevent the adverse effects of construction on the environmental situation in the world / S. Y. Nerozina, D. M. Tikhonova, A.V. Verevkina, A. I. Korovkina // Construction and real estate. – 2021. – № 2(9). – Pp. 131-135.
8. Stolyarova, T. A. Green construction as a promising direction in 2025 / T. A. Stolyarova, I. E. Spivak, A. A. Arzumanov, A. N. Vasilenko // Construction and real estate. – 2025. – № 1(16). – Pp. 56-63.
9. Gorbaneva, E. P. Saving thermal energy taking into account technical risks / E. P. Gorbaneva, S. Yu. Nerozina, K. S. Sevryukova // FES: Finance. Economy. Strategy. – 2022. – Vol. 19, No. 3. – pp. 60-66.

УДК 711.7-163

## АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ ВЕЛОСИПЕДНОГО ДВИЖЕНИЯ В ГОРОДАХ РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

К. С. Котова, А. П. Маковеева, Л. Е. Каширская

---

**Котова Кристина Сергеевна**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования зданий и сооружений им.

Н. В. Троицкого, E-mail: kottova-k@yandex.ru

**Маковеева Анастасия Павловна**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. МИПЗ-231, E-mail: nestipav@yandex.ru

**Каширская Людмила Евгеньевна**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. МИПЗ-231, E-mail: kashluda34@gmail.com

---

**Аннотация:** на протяжении последнего десятилетия сохраняется тенденция по популяризации велосипедного движения в России и за рубежом с целью повышения уровня и качества жизни населения. Большинство российских городов сталкиваются с проблемами, касающимися транспорта и экологии. Одним из путей решения данных проблем становятся проекты по внедрению велоинфраструктуры в городскую среду. В статье рассмотрен опыт внедрения велоинфраструктуры в городскую среду крупных городов - Санкт-Петербурга и Москвы, и малых городов - на примере Альметьевска. Европейский опыт показывает положительную динамику таких проектов, тогда как Россия находится ещё на начальном этапе по внедрению велокультуры в транспортную сеть. Также выявлены ключевые факторы, влияющие на формирование и развитие велосипедной инфраструктуры: безопасность, комфорт и удобство пользования, учет транспортного потока и доступность.

**Ключевые слова:** велосипед, велоинфраструктура, велосипедный маршрут, велодорожка, транспортная сеть.

## ANALYSIS OF CYCLING ORGANIZATION IN RUSSIAN CITIES AND ABROAD

K. S. Kotova, A. P. Makoveeva, L.E. Kashirskaya

---

**Kotova Kristina Sergeevna**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Design of Buildings and Structures named after N.V. Troitsk, E-mail: kottova-k@yandex.ru

**Makoveeva Anastasia Pavlovna**, Voronezh State Technical University, Master's student of the group mIPZ-231, E-mail: nestipav@yandex.ru

**Kashirskaya Lyudmila Evgenievna**, Voronezh State Technical University, Master's student of the group mIPZ-231, E-mail: kashluda34@gmail.com

---

**Abstract:** over the past decade, there has been a tendency to popularize cycling in Russia and abroad in order to improve the standard and quality of life of the population. Most Russian cities face problems related to transport and ecology. Projects to introduce bicycle infrastructure into the urban environment are becoming one of the ways to solve these problems. The article examines the experience of implementing bicycle infrastructure in the urban environment of large cities - St. Petersburg and Moscow, and small towns - using the example of Almet'yevsk. The European experience shows the positive dynamics of such projects, while Russia is still at the initial stage of introducing cycling culture into the transport network. The key factors influencing the formation and development of cycling

infrastructure are also identified: safety, comfort and convenience of use, consideration of traffic flow and accessibility.

**Keywords:** bicycle, bicycle infrastructure, bicycle route, bike path, transport network.

Современный мир всё чаще сталкивается с проблемами экологии и здоровья населения, поэтому разработка вопросов оптимизации и развития дорожно-транспортной инфраструктуры является актуальной темой. Последнее десятилетие активно ведется разработка велосипедной инфраструктуры, как в крупных городах (Москва и Санкт-Петербург), так и в малых городах России. Популяризация велосипедного движения происходит с поддержкой на государственном уровне, например «Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года», распоряжение №1734-р от 22.11.2008. Велосипед рассматривается не только в качестве аналога городского пассажирского транспорта, но и в том числе как часть туристического ранка России с организацией маршрутов по известным достопримечательностям. Главной тематикой остается развитие велосипедного туризма, как основная задача в рамках действующих программ и инициатив, направленных на улучшение городской инфраструктуры и качества жизни граждан. Велотуризм становится актуальным направлением для улучшения качества жизни населения города, а также способствует улучшению экологической ситуации и созданию комфортной городской среды. Целью данной статьи является выявление тенденций развития велосипедных маршрутов и их организации на основании анализа велосипедной инфраструктуры в городах России. В соответствии с целью определены задачи исследования:

- изучение отечественного и зарубежного опыта внедрения велосипедного транспорта в городское пространство;
- анализ факторов, определяющих развитие велосипедного транспорта в городе и его дальнейшие перспективы.

Критериями эффективности встраивания велотранспортной инфраструктуры в городскую среду является организация путей велодвижения вне зоны действия автомобильного транспорта или вдоль участка с ограничением их скорости, а также создание непрерывного маршрута охватывающего основные точки притяжения (открытые общественные пространства, достопримечательности). Данные критерии обеспечивают главное условие перемещения на велосипеде – безопасность всех участников движения. На примере отечественного и зарубежного опыта проектирования велосипедных маршрутов рассмотрим реализацию данных критериев.

В настоящее время всё больше российских городов подхватывает тенденцию на велосипедизацию и способствуют оптимизации велосипедных маршрутов и поддержке экологического транспорта на административном уровне. Помимо разработки отдельных маршрутов, популяризация велотуризма осуществляется по средствам социальных сетей и путем организации отдельными группами и клубами региональных туристических поездок и велопарадов в городе и за его пределами. Самым масштабным мероприятием по поддержке и развитию велосипедного транспорта можно считать Международный Зимний Велоcongress, состоявшийся в 2018 году, в котором принимали участие специалисты крупнейших проектных организаций и эксперты по велотранспорту. В рамках данного конгресса обсуждались вопросы и задачи комплексного подхода к развитию велотранспорта и строительству круглогодичной велоинфраструктуры в российских городах [1].

Улично-дорожная сеть большинства российских городов не учитывает велосипедное движение, т.к. изначально проектировалась только для двух групп пользователей: пешеходов и автомобилистов. Данный факт приводит к тому, что подавляющее число жителей используют велосипед только за пределами города. На сегодняшний день единственным российским городом, в котором существует единая велосипедная сеть является Альметьевск. Наиболее благоприятными территориями для развития велосипедной инфраструктуры среди

крупных городов, в виду климата, ландшафта и туризма, можно считать Москву, Санкт-Петербург, Калининград и Грозный. Развитие велоинфраструктуры включено в стратегию развития этих городов. Программы по развитию велосипедного транспорта так же затрагивают и другие города, такие как Липецк, Воронеж, Саратов и Казань.

Первым городом в России с реализованной концепцией круглогодичной эксплуатации велосипедных дорожек и полноценной велоинфраструктурой считается Альметьевск (Респ. Татарстан). Автором проекта велоинфраструктуры города является датский урбанист Микаэль Колвилл-Андерсен. Совместно с другими разработчиками – приглашенными зарубежными дизайнерами, был реализован комплексный подход к развитию транспортной инфраструктуры, включавший в себя градостроительный анализ территории и экспертную оценку общественного мнения. В рамках данного подхода, одним из ключевых факторов формирования и развития велоинфраструктуры послужил опрос местных жителей. Результаты опроса показали, что подавляющее число автолюбителей (74%) рассматривают велосипед в качестве альтернативы автомобилю, только в случае создания удобной и безопасной городской велоинфраструктуры [2]. К дополнительным факторам, оказавшим влияние на проектирование веломаршрутов в структуре города, отнесены активные пешеходные потоки и существующая развитая троллейбусная сеть. Целью таких масштабных преобразований было повышение туристической привлекательности города.

Результатом проекта стали велосипедные маршруты, представляющие собой замкнутую сеть протяженностью 115 км (рис. 1). Каждый веломаршрут Альметьевска оборудован велопарковками, светофорами и другими малыми архитектурными формами, предназначенными для удобства велосипедистов во время движения и стоянок.

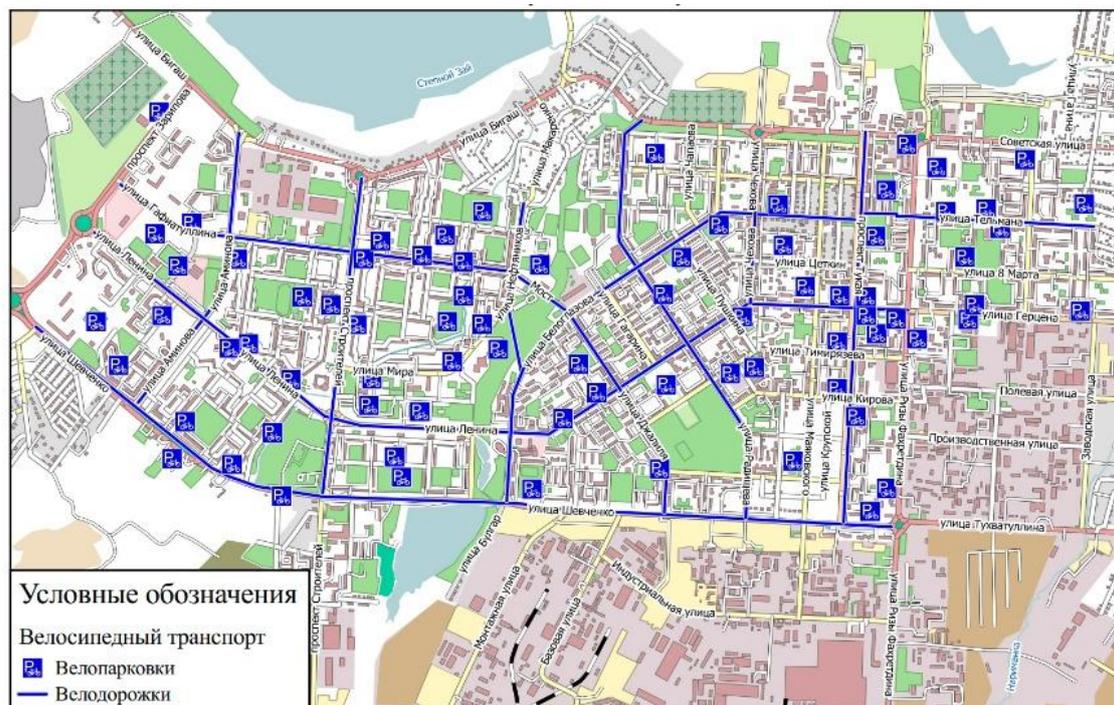
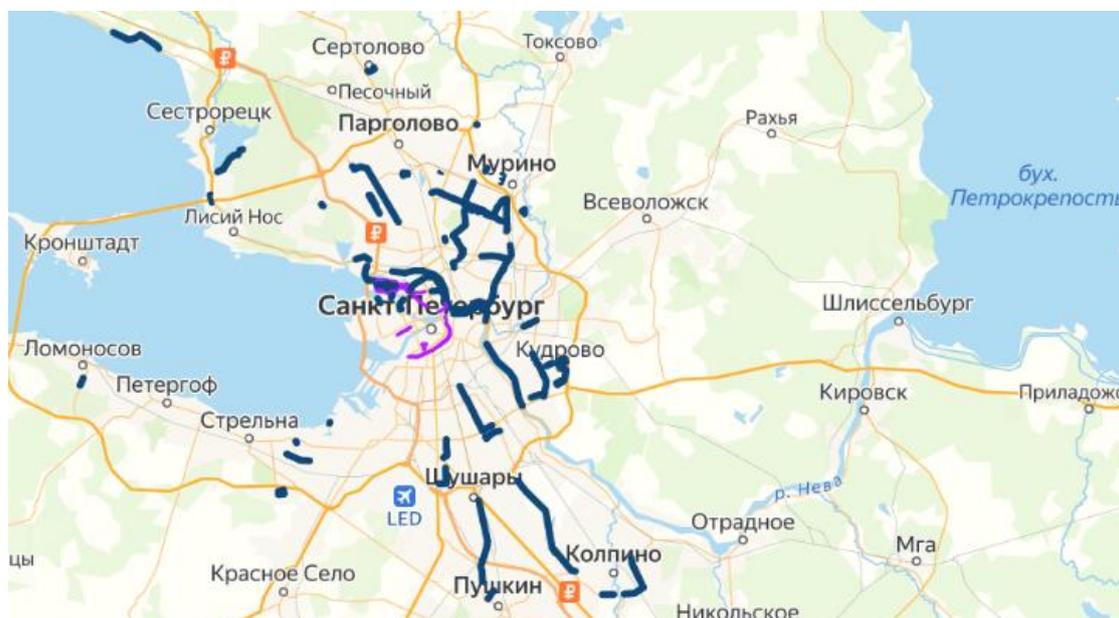


Рис. 1. Карта велодорожек г. Альметьевска

На данный момент, в рамках программы развития городской территории Альметьевска, запланировано строительство новых велодорожек, общей протяженностью 200 км, что позволит обеспечить транспортные связи между удаленными районами города. В Альметьевске также уже заработал инновационный «облачный велопрокат» фирмы Gobike.

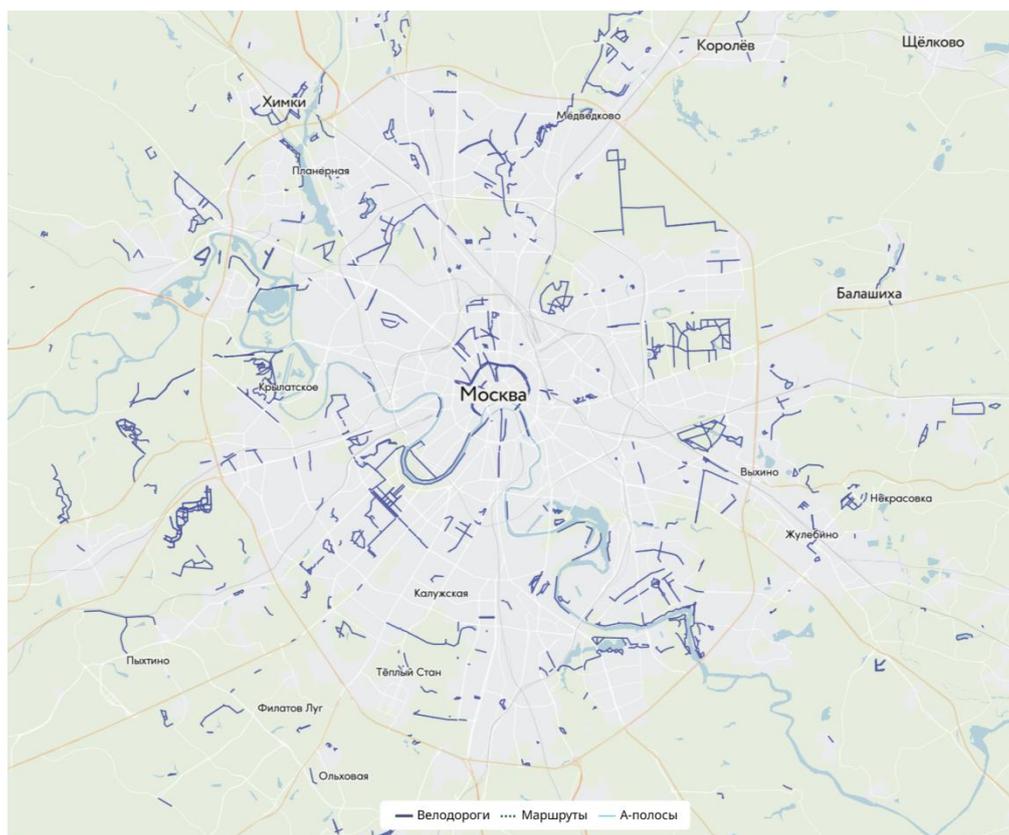
В разных районах Санкт-Петербурга для велосипедного движения организовано и используется всего семь коротких маршрутов, общей протяженностью 32 км (рис. 2). Велодорожки не объединены в единую сеть и не связывают городские районы между собой. Большая часть велодорожек сконцентрирована в жилых и парковых зонах, при этом в основном расположены все они на периферии города. Разработчиками проектов по организации безопасного и удобного условий велосипедного движения в Санкт-Петербурге являются муниципалитеты отдельных районов (например, Петроградский).



**Рис. 2. Карта велодорожек Санкт-Петербурга**

Наряду с попытками организации экспериментальных велополос в центральном районе (например, в районе набережной реки Фонтанка), существует тенденция использования этих выделенных полос в качестве автомобильных парковок [3].

На городской территории Москвы существует большое количество велодорожек общей протяженностью около 6000 км, которые расположены в разных районах города, образуя разрозненную сеть, т.к. имеют прерывистый характер (рис. 3). Чаще всего велодорожки организованы в парковых территориях и не выходят за его пределы или являются частью улично-дорожной сети, с организацией движения пешеходов и велосипедистов по тротуару смежного пользования.



**Рис. 3. Карта велодорожек Москвы**

Факторы постоянного роста автомобильного транспорта и загруженности дорог оказывают негативное влияние на внедрение велосипедных маршрутов города. Некоторые участки велосипедных полос не используются по назначению, а являются парковкой для автомобилей, что также связано с проблемой разделения потоков участников движения. Например, с 2014 года разрешено смешение велосипедного и пешеходного потоков в пешеходных переходах, при этом только единицы из них построены с учетом комфорта и безопасности при движении на велосипеде [4].

При этом следует отметить, что в Москве идет более активное развитие велосипедной инфраструктуры города, чем в других городах России. Например, на данный момент ведется строительство организованного замкнутого велопрогулочного маршрута «Зеленое кольцо», протяженностью более 100 км. Проект предусматривает безопасное передвижение по маршруту за счет организации велодорожек по выделенным полосам вне проезжей части и в парковых зонах, что позволит веломаршруту постепенно встроиться в городскую транспортную сеть. В рамках производства работ по строительству новых и реконструкции существующих дорог предусмотрено резервное пространство, предназначенное для организации велополос и велопарковок. Таким образом, реализуется стратегии велосипедизации населения и повышения комфортности городской среды.

В современном мире европейские страны, как Дания, Нидерланды и Германия являются «лидерами использования велосипеда». В большей части европейских стран развитие велоинфраструктуры уже долгое время контролируется и управляется на правительственном уровне. В роли основного фактора, способствующего развитию велосипедной культуры, явилась поддержка данного направления на государственном уровне. На данный момент продолжается тенденция популяризации по средствам разработки многочисленных программ развития велодвижения [5]. Например, проект PRESTO основан с целью популяризации велосипеда, как общедоступного вида транспорта. Данная программа помогает разрабатывать маршруты и развивать велодвижение в разных европейских городах.

Результатом такой масштабной работы служит пример Нидерландов, где велосипед был признан самым распространённым видом транспорта на уровне государства.

Второй по значимости фактор, учитываемый при разработке проектов велосипедной сети, это создание комфортных и безопасных условий для передвижения на велосипеде. Для велодорожек выделяют территорию отдельно от тротуаров и проезжей части, указывается четкая разметка, а также указатели, отдельные светофоры, велопарковки и мастерские. Примером успешной реализации закладываемых факторов служит трансъевропейская трасса EuroVelo (рис. 4). На ней оборудованы протяжённые велосипедные дороги, построены мосты и тоннели для велосипедистов, которые пронизывают всю Европу. В настоящее время уже существует больше 20 000 км велотрассы.

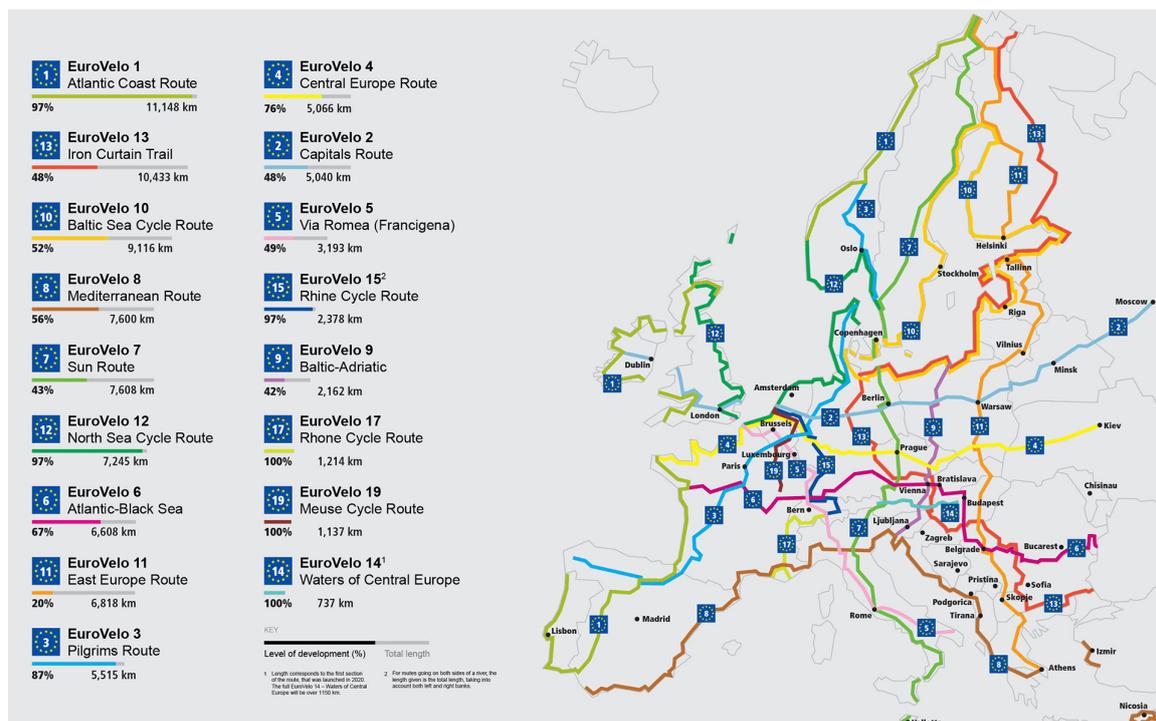


Рис. 4. Карта европейской сети велотрасс «EuroVelo»

Самым успешным примером по внедрению в городскую среду велоинфраструктуры стал г. Амстердам. Данный город был признан мировой столицей велоспорта, так как велосипед стал использоваться не только для передвижения, но и стал неотъемлемой частью культуры и образа жизни.

Муниципальные власти внедрили инновационные подходы при разработке велодорожек, опираясь на аналитику данных о плотности движения транспорта, что позволило обеспечить безопасность велосипедистов и повысить удобство передвижения, а также расставить приоритеты на светофорах. Велодорожки разработаны таким образом, чтобы минимизировать конфликтные ситуации с пешеходами и автомобилистами, особенно в часы пик, когда поток людей особенно велик. Развёрнутая сеть проката велосипедов делает двухколёсный транспорт доступным для каждого, что также способствует сокращению количества несчастных случаев [6,7].

На основании изученного отечественного опыта создания маршрутов для велосипедного транспорта в черте города можно сделать вывод, что существующая улично-дорожная сеть многих российских городов переживает процесс трансформации, связанный с внедрением нового участника движения. Вопросы организации велосипедного движения и создание велосети в городской среде активно разрабатываются на различных уровнях власти.

Крупные города обладают большим количеством велосипедных дорожек, но при этом они не представляют единую сеть и расположены в основном на окраинах города. Ситуацию усугубляет наличие и постоянный рост автомобилизации, что вносит дополнительные критерии, которые должны учитываться при разработке проектов велосипедных маршрутов. Следует отметить, что существуют положительные примеры эффективного встраивания велотранспортной инфраструктуры в городскую среду за счет реализации комплексного подхода по формированию велосети: изучение общественного мнения, привлечение архитекторов имеющих опыт проектирования велосипедных маршрутов и учет транспортных потоков и состояния улично-дорожной сети.

Согласно анализу зарубежного опыта внедрения в городскую среду велоинфраструктуры, можно сделать вывод о схожести путей решения проблем разработки велосипедных маршрутов с отечественным опытом. В обоих случаях, поддержка велотуризма осуществляется на государственном уровне, что способствует развитию велосипедной культуры.

К числу факторов, определяющих развитие велосипедного транспорта в городе и учитываемых в построении велосипедных маршрутов, можно отнести: безопасность, комфорт и удобство пользования, учет транспортного потока и доступность

### Список литературы

1. Официальный сайт Министерства транспорта РФ [Электронный ресурс]. - URL: <https://mintrans.gov.ru/press-center/news/8539> (дата обращения: 22.05.2025).
2. Азизова-Полуэктова, А. Н. Велоинфраструктура в городской среде / А. Н. Азизова-Полуэктова, В. О. Слободенюк // Архитектурные исследования. – 2019. – № 4(20). – С. 78-86.
3. Тысячная О. А. Велопрактики Санкт-Петербурга: от формы досуга к новому способу освоения городского пространства [Электронный ресурс] // Cyberleninka. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/velopraktiki-sankt-peterburga-ot-formy-dosuga-k-novomu-sposobu-osvoeniya-gorodskogo-prostranstva> (дата обращения: 22.05.2025).
4. Завьялов Д. В., Методика мониторинга воспринимаемого горожанами уровня развития велотранспортной инфраструктуры в г. Москва / Д. В. Завьялов, О. В. Сагинова, Н. Б. Завьялова [Электронный ресурс] // Cyberleninka. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-monitoringa-vo-sprinimaemogo-gorozhanami-urovnya-razvitiya-velotransportnoy-infrastruktury-v-g-moskva> (дата обращения: 22.05.2025).
5. Кузоваткина Н. В. Формирование велосипедной сети больших городов РФ [Электронный ресурс] // Cyberleninka. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-velosipednoy-seti-bolshih-gorodov-rf/viewer> (дата обращения: 17.05.2025).
6. Сагинова О. В., Завьялова Н. Б. Велосипед в транспортной системе современного мегаполиса [Электронный ресурс] // Cyberleninka. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/velosiped-v-transportnoy-sisteme-sovremennogo-megapolisa> (дата обращения: 22.05.2025).
7. Боровских О. Н. Развитие велоинфраструктуры как решение транспортных и экологических проблем современного [Электронный ресурс] // Cyberleninka. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-veloinfrastruktury-kak-reshenie-transportnyh-i-ekologicheskikh-problem-sovremennogo> (дата обращения: 22.05.2025).

### List of references

1. The official website of the Ministry of Transport of the Russian Federation [Electronic resource]. - URL: <https://mintrans.gov.ru/press-center/news/8539> (date of reference: 05/22/2025).

2. Azizova-Poluektova, A. N. Bicycle infrastructure in the urban environment / A. N. Azizova-Poluektova, V. O. Slobodenyuk // Architectural Research. – 2019. – № 4(20). – Pp. 78-86.
3. Thousand O. A. Cycling practices in St. Petersburg: from a form of leisure to a new way of exploring urban space [Electronic resource] // Cyberleninka. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/velopraktiki-sankt-peterburga-ot-formy-dosuga-k-novomu-sposobu-osvoeniya-gorodskogo-prostranstva> (date of request: 05/22/2025).
4. Zavyalov D. V., Methodology for monitoring the level of development of cycling infrastructure in Moscow perceived by citizens / D. V. Zavyalov, O. V. Saginova, N. B. Zavyalova [Electronic resource] // Cyberleninka. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-monitoringa-vosprinimaemogo-gorozhanami-urovnya-razvitiya-velotransportnoy-infrastruktury-v-g-moskva> (date of request: 05/22/2025).
5. Kuzovatkina N. V. Formation of a bicycle network of large cities of the Russian Federation [Electronic resource] // Cyberleninka. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-velosipednoy-seti-bolshih-gorodov-rf/viewer> (date of access: 05/17/2025).
6. Saginova O. V., Zavyalova N. B. Bicycle in the transport system of a modern megalopolis [Electronic resource] // Cyberleninka. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/velosiped-v-transportnoy-sisteme-sovremennogo-megapolisa> (date of request: 05/22/2025).
7. Borovskikh O. N. The development of bicycle infrastructure as a solution to modern transport and environmental problems [Electronic resource] // Cyberleninka. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-veloinfrastruktury-kak-reshenie-transportnyh-i-ekologicheskikh-problem-sovremennogo> (date of request: 05/22/2025).

УДК 338.2

## РЕДЕВЕЛОПМЕНТ В РОССИИ: СТРАТЕГИИ, ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Е. А. Чеснокова, К. К. Паненков, Ю. М. Писарева

---

**Чеснокова Елена Александровна**, Воронежский государственный технический университет, кандидат экономических наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: [echesnokova@cchgeu.ru](mailto:echesnokova@cchgeu.ru)

**Паненков Кирилл Константинович**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мТПР-241, E-mail: [kpanenkov@bk.ru](mailto:kpanenkov@bk.ru)

**Писарева Юлия Максимовна**, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бПГС-221, E-mail: [pisareva1806@mail.ru](mailto:pisareva1806@mail.ru)

---

**Аннотация:** редевелопмент сегодня это не просто реконструкция, а комплексный инструмент развития городов, сочетающий экономическую эффективность, экологичность и социальную ответственность. В крупных городах, где свободные земли ограничены, реновация промзон, ветхого жилья и заброшенных территорий требует сложных финансовых механизмов, все это можно решить с помощью применения редевелопмента. В статье рассматривается современный подход к редевелопменту, стратегии реализации и основные вызовы на пути модернизации устаревших территорий. Отражены правовые, финансовые и технические вызовы, а также перспективные тенденции: развитие частно-государственного партнёрства, внедрение BIM-технологий и «зелёных» стандартов. Приведены примеры проектов в Москве, Санкт-Петербурге и Воронеже. В заключение делается вывод о стратегической значимости редевелопмента для устойчивого роста и повышения качества городской среды.

**Ключевые слова:** редевелопмент, жилищный редевелопмент, инфраструктурный редевелопмент, культурно-креативный редевелопмент.

## REDEVELOPMENT IN RUSSIA: STRATEGIES, CHALLENGES AND PROSPECTS

E. A. Chesnokova, K. K. Panenkov, Y. M. Pisareva

---

**Chesnokova Elena Aleksandrovna**, Voronezh State Technical University, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, Organization of Construction, Expertise and Real Estate Management, E-mail: [echesnokova@cchgeu.ru](mailto:echesnokova@cchgeu.ru)

**Panenkov Kirill Konstantinovich**, Voronezh State Technical University, Master's student of the group mTPR-241, E-mail: [kpanenkov@bk.ru](mailto:kpanenkov@bk.ru)

**Pisareva Yulia Maksimovna**, Voronezh State Technical University, student of group bPGS-221, E-mail: [pisareva1806@mail.ru](mailto:pisareva1806@mail.ru)

---

**Abstract:** today, redevelopment is not just reconstruction, but a comprehensive tool for urban development that combines economic efficiency, environmental sustainability, and social responsibility. In large cities where available land is limited, the renovation of industrial zones, dilapidated housing, and abandoned areas requires complex financial mechanisms - all of which can be addressed through redevelopment. This article explores the modern approach to redevelopment, implementation strategies, and key challenges in modernizing outdated areas. It highlights legal, financial, and technical challenges, as well

as emerging trends such as the development of public-private partnerships, the adoption of BIM technologies, and the use of green standards. Examples of projects in Moscow, St. Petersburg, and Voronezh are provided. The article concludes by emphasizing the strategic importance of redevelopment for sustainable growth and the improvement of urban quality of life.

**Keywords:** redevelopment, housing redevelopment, infrastructure redevelopment, cultural and creative redevelopment.

Редевелопмент - это процесс, направленный на ремонт, реконструкцию заброшенных или неэффективно используемых городских пространств, с целью их повторного применения и интеграции в современную городскую среду. В условиях развития крупных городов, данный подход приобретает особую значимость на фоне развивающийся урбанизации, нехватки свободных земельных участков в плотно застроенных районах и растущего запроса жителей на качественную городскую застройку [1].

В последнее время очень растет интерес к редевелопменту, рассмотрим причины интереса к нему.

1. Месторасположение и индустриальная застройка. В крупных городах, значительную часть территории занимают устаревшие промышленные и производственные объекты. Такие пространства прекратили свою деятельность после 1990-х годов, оставив после себя огромные территории без четкого назначения. Такие места, как правило, располагаются в престижных районах или вдоль транспортных артерий, что создает высокий потенциал для их перехода в жилые, коммерческие и общественные зоны [4].

2. Ограниченность земельного ресурса. В центральной части России, свободные участки под новое строительство исчерпаны или находятся в зоне исторической застройки с ограничениями по этажности и плотности [2, 3]. В свою очередь редевелопмент позволяет максимально эффективно использовать уже застроенные территории без расширения границ города.

3. Потребность в современной инфраструктуре. В рамках редевелопмента решаются такие проблемы, как обновление устаревших инженерных сетей, социальная инфраструктура [5,6]. Проекты редевелопмента часто включают в себя создание общественных пространств, благоустройство набережных и пешеходных зон, что повышает комфорт проживания.

Далее рассмотрим основные стратегии редевелопмента (рис. 1).

### Mixed Use Development

- Проектирование многофункциональных комплексов, объединяющих жилые, офисные, торговые площади, общественные пространства. Благодаря такой схеме мы имеем: многофункциональность-люди работают, отдыхают и покупают в одном районе.
- Плотность застройки.
- Пешая доступность и минимальная зависимость от автомобилей и общественного транспорта.

### Культурно-креативный реновация

- Модифицирование промышленных зданий в арт-резиденции, галереи, театральные пространства и коворкинги.
- Это не только сохраняет архитектурно-исторический облик, но и создает точки притяжения для творческой и туристической аудитории.

### Жилищный реновация

- Основная цель — улучшение жилищных условий
- Снос устаревших жилых зданий (преимущественно «хрущёвок») и возведение современного жилья.

### Инфраструктурный реновация

- Модернизация и интеграция транспортных узлов и промышленных портовых территорий в городскую инфраструктуру. Это включает реконструкцию вокзалов, портов, логистических хабов.

Рис. 1. Основные стратегии реновации

Рассмотрим перечень проектов уже реализованных в рамках реновации в таких городах как Москва, Санкт-Петербург, Воронеж.

В Москве стартовала программа реновации жилья аж в 2017 году и охватывает около 1,6 млн. жителей Москвы. Реализован проект на территории бывшего завода имени Лихачева (ЗИЛ) – ЗИЛАРТ площадью 315 га, включает жилые кварталы, парковые зоны, спортивные и образовательные объекты [10] (рис. 2). А бывшая фабрика превращена в пространство для дизайнеров, стартапов и арт-мероприятий ФЛАКОН Design Factory была открыта в 2014 году и по сегодняшнее время продолжает расширяться (рис. 3).



Рис. 2. ЗИЛАРТ - бывшего завода имени Лихачева (ЗИЛ) [10]

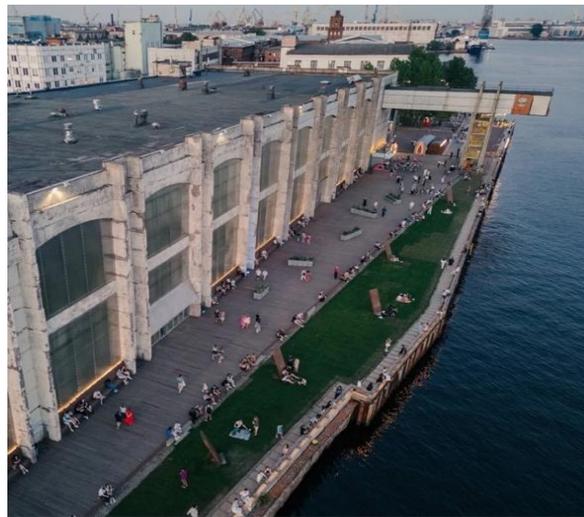


Рис. 3. ФЛАКОН Design Factory - бывшая фабрика [11]

Санкт-Петербург тоже не отстает от Москвы, так один из интересных объектов это Новая Голландия - островной комплекс XVIII–XIX веков восстановлен и открыт для посещения в 2019 году, включает музей, парки, фуд-корты и фестивальные площадки [8] (рис. 4). Реализован масштабный проект застройки бывшего севастопольского кабельного завода Севкабель Порт запущенный в 2015 году. Занимает 9 гектар у береговой линии Невы и включает в себя выставочные пространства, рестораны и концертные площадки (рис. 5). А также освоение Портовых территории, который в 2021 году и предусматривал поэтапное открытие набережных Малого и Большого портов для общественного доступа (рис. 6).



**Рис. 4. Новая Голландия [7]**



**Рис. 5. Севкабель Порт [8]**



**Рис. 6. Портовая территория [8]**

В Воронеже есть тоже интересные проекты в рамках реализации проектов редевелопмента, например Сити-парк «Град» - огромный торговый центр был создан на базе бывшего военного полигона (рис. 7). Еще один из проектов на месте старого ликеро-водочного завода была открыта арт-площадка Пространство «Винзавод» (рис. 8).



**Рис. 7. Сити-парк «Град» [12]**

В рамках инфраструктурного реновирования реализуется реконструкция Набережной, осуществляется благоустройство с пешеходными дорожками, велодорожками и зонами отдыха для детей (рис. 9).



**Рис. 8. Пространство «Винзавод» [13]**



**Рис. 9. Набережная [14]**

Практика реализации таких проектов показала, что есть перечень проблем и барьеров, которые приходится решать.

Правовые и земельно-имущественные вопросы:

- зачастую право собственности на реновированную территорию формировались в разное время: заводы могли принадлежать государству, компаниям или частным инвесторам. Согласование всех заинтересованных сторон занимает до нескольких лет;

- наличие арбитражных споров, заложенных обязательств и прошлых долгов создает дополнительный риск для застройщика и может потребовать реорганизации активов перед началом работ;

- земельное законодательство продолжает меняться, что влечет за собой непрозрачность процедур изменения целевого назначения участков, особенно в исторических зонах.

Согласование с органами охраны культурного наследия:

- проекты, затрагивающие объекты культурного наследия, требуют прохождения сложных экспертиз и получения разрешений от Минкультуры и региональных органов. Это можеткратно увеличивать сроки согласования;

- часто к объектам предъявляются требования сохранения фасадов или даже внутренних конструкций, что усложняет процесс выпуска проектной документации и увеличивает стоимость работ на 20–30%;

– при нарушении регламента охраны памятников возможны штрафы до 3 млн. руб. и обязательный демонтаж незаконных строений.

Финансирование и риски окупаемости:

– строительно-монтажные работы по редевелопменту зачастую в 1,5–2 раза дороже стандартного строительства из-за дополнительных этапов демонтажа, очистки территории и укрепления конструкций;

– привлечение финансирования через кредиты и облигации подразумевает высокую доходность для инвесторов, что увеличивает стоимость аренды коммерческих и жилых помещений и может снизить спрос;

– колебания экономической конъюнктуры влияют на динамику цен на квадратный метр, поэтому инвесторы закладывают в бюджет значительные резервы на непредвиденные затраты.

Технические и экологические ограничения:

– часто бывшие промышленные участки требуют удаления опасных отходов, а также рекультивации загрязненных грунтов, что добавляет 10–15% к бюджету проекта;

– существующие инженерные сети могут находиться в непригодном состоянии, что приводит к необходимости их полной замены;

– высокая плотность застройки в центральных районах ограничивает возможности логистики материалов и спецтехники.

К перспективам и тенденциям реализации проектов редевелопмента можно отнести применение частно-государственного партнёрства, использование информационного моделирования для планирования и контроля реализации и применение зелёных стандартов: сертификация по LEED и BREEAM для повышения экологической устойчивости.

Редевелопмент сегодня – это не просто реконструкция, а комплексный инструмент развития городов, сочетающий экономическую эффективность, экологичность и социальную ответственность. В условиях ограниченных ресурсов и климатических изменений становится одним из ключевых направлений урбанистики. Он оказывается ключевым инструментом развития городов, позволяя сочетать экономическую эффективность, экологичность и улучшение качества urban-среды. В России этот рынок активно растёт, особенно в Москве, Петербурге и крупных промышленных центрах.

### Список литературы

1. Иванова, Л. А. Редевелопмент промышленных территорий: зарубежный опыт и российская практика / Иванова Л. А. // Журнал «Градостроительство» - 2020. - № 4.
2. Кузнецов, В. П., Правовые аспекты реновации жилого фонда в Москве / В. П. Кузнецов, А. Ю. Петров. // Журнал «Недвижимость и право» - 2021. - Т.12 - № 2. - С.
3. Чеснокова, Е. А. Анализ и отечественный опыт проектов редевелопмента промышленных территорий / Е. А. Чеснокова, А. С. Чесноков, Д. Р. Виткалов, Ю. М. Писарева // Строительство и недвижимость. 2024.- № 2 (15). - С. 185-195.
4. Case A., Industrial Heritage and Urban Regeneration: Lessons from Europe. / A. Case, M. Urban. // Routledge, 2018. ISBN: 9780415564798. [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <https://www.routledge.com/Industrial-Herita> (дата обращения: 20.05.2025).
5. S. Henderson et al. Port Redevelopment Strategies: Integrating Ports into Urban Space. / S. Henderson et al. // Journal of Maritime Studies, vol. 15, 2019. [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <https://maritimestudies.org/volume15/henderson> (дата обращения: 20.05.2025).
6. Чеснокова, Е.А. Анализ рынка проектов редевелопмента зданий в г. Воронеже / Е. А. Чеснокова, С. П. Бондарь, Д. Р. Виткалов, А. В. Мищенко // Строительство и недвижимость. - 2024. - № 1 (14). - С. 134-141.

7. Официальный сайт проекта «Новая Голландия». [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <https://www.newhollandsp.ru/> (дата обращения: 20.05.2025).
8. Официальный сайт проекта «Севкабель Порт». [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <https://sevcableport.ru/ru/general/o-proekte> (дата обращения: 20.05.2025).
9. Официальная информация о программе реновации Москвы. [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <https://stroi.mos.ru/renovation> (дата обращения: 20.05.2025).
10. Официальный сайт проекта ЖК «ЗИЛАРТ» [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <https://www.lsr.ru/msk/zhilye-kompleksy/zilart/> (дата обращения: 20.05.2025).
11. Официальный сайт проекта ФЛАКОН Design Factory [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <http://flaconx.ru/flaconen> (дата обращения: 20.05.2025).
12. Официальный сайт ТЦ Сити-парка «Град» [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <https://www.cityparkgrad.ru/about/> (дата обращения: 20.05.2025).
13. Официальный сайт Пространства «Винзавод» [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <https://r-projects.ru/> (дата обращения: 20.05.2025).
14. Набережная [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6252694> (дата обращения: 20.05.2025).

### List of references

1. Ivanova, L. A. Redevelopment of industrial territories: foreign experience and Russian practice / Ivanova L. A. // Journal "Urban Planning" - 2020. - № 4.
2. Kuznetsov, V. P., Legal aspects of renovation of the housing stock in Moscow / V. P. Kuznetsov, A. Yu. Petrov. // Real Estate and Law Magazine - 2021. - vol. 12 - No. 2. - **S**.
3. Chesnokova, E. A. Analysis and domestic experience of industrial territory redevelopment projects / E. A. Chesnokova, A. S. Chesnokov, D. R. Vitkalov, Y. M. Pisareva // Construction and real estate. 2024.- № 2 (15). - Pp. 185-195.
4. Case A., Industrial Heritage and Urban Regeneration: Lessons from Europe. / A. Case, M. Urban. // Routledge, 2018. ISBN: 9780415564798. [Electronic resource]: Access mode URL: <https://www.routledge.com/Industrial-Herita> (date of access: 05/20/2025).
5. S. Henderson et al. Port Redevelopment Strategies: Integrating Ports into Urban Space. / S. Henderson et al. // Journal of Maritime Studies, vol. 15, 2019. [Electronic resource]: Access mode URL: <https://maritimestudies.org/volume15/henderso> (date of request: 05/20/2025).
6. Chesnokova, E.A. Analysis of the market of building redevelopment projects in Voronezh / E. A. Chesnokova, S. P. Bondar, D. R. Vitkalov, A.V. Mishchenko // Construction and real estate. - 2024. - № 1 (14). - Pp. 134-141.
7. Official website of the New Holland project. [Electronic resource]: Access mode URL: <https://www.newhollandsp.ru/> (date of access: 05/20/2025).
8. The official website of the Sevkabel Port project. [Electronic resource]: Access mode URL: <https://sevcableport.ru/ru/general/o-proekte> (date of request: 05/20/2025).
9. Official information about the Moscow renovation program. [Electronic resource]: Access mode URL: <https://stroi.mos.ru/renovation> (date of access: 05/20/2025).
10. The official website of the ZILART residential complex project [Electronic resource]: Available URL: <https://www.lsr.ru/msk/zhilye-kompleksy/zilart/> (date of access: 05/20/2025).
11. The official website of the FLACON Design Factory project [Electronic resource]: Access mode URL: <http://flaconx.ru/flaconen> (date of request: 05/20/2025).
12. The official website of the City Park Shopping center "Grad" [Electronic resource]: Access mode URL: <https://www.cityparkgrad.ru/about/> (date of access: 05/20/2025).
13. The official website of the Vinzavod Space [Electronic resource]: Available URL: <https://r-projects.ru/> (date of access: 05/20/2025).
14. Embankment [Electronic resource]: Access mode URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6252694> (date of request: 05/20/2025).

## ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 69.003.12:620.9

### СНИЖЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КАПИТАЛЬНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**И. А. Косовцева, Д. А. Иванов, Д. Ю. Кравцова**

---

**Косовцева Илона Андреевна**, Воронежский государственный технический университет, старший преподаватель кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: ikosovceva@cchgeu.ru

**Иванов Дмитрий Александрович**, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бЭУН-211, E-mail: dim0n\_ivan0v@mail.ru

**Кравцова Диана Юрьевна**, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бЭУН-211, E-mail: diana.yk2002@gmail.com

---

**Аннотация:** в данной статье рассматриваются актуальные особенности внедрения энергоэффективных технологий в строительстве, их роль в снижении эксплуатационных расходов и повышении качества жилья. Особое внимание уделено российскому опыту, включая климат Воронежа, где применение солнечных батарей и иных технологий ограничено. Нами анализируется текущее состояние жилого фонда, в котором чаще всего преобладают объекты низких классов энергоэффективности (С, F и т.д.), в то время как премиум сегмент демонстрирует соответствие стандартам класса А++. Подчёркиваются ключевые проблемы, связанные с высокой стоимостью строительства, дефицита квалифицированных кадров и неполное соблюдение нормативов застройщиками. Рассмотрены государственные инициативы, включая новые нормы Минстроя за 2024-2025 год, направленные на снижение энергопотребления зданий на 40%, а также зарубежный опыт в сокращении энергетических затрат. Нами была приведена статистика по доле энергоэффективных домов в России и их окупаемости, а также тренды роста рынка, связанные с потребительским спросом. Статья подчёркивает перспективы развития «зелёного» строительства в стране, несмотря на выборочное применение самых лучших технологий, которые доступны в России.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, строительство, технологии, эксплуатационные расходы, классы энергоэффективности, государственные нормативы.

### REDUCTION OF OPERATING COSTS WHEN IMPLEMENTING ENERGY-EFFICIENT TECHNOLOGIES IN CAPITAL CONSTRUCTION

**I. A. Kosovtseva, D. A. Ivanov, D. Y. Kravtsova**

---

**Kosovtseva Iona Andreevna**, Voronezh State Technical University, Senior Lecturer of the Department of Technology, Construction Organization, Expertise and Real Estate Management, E-mail: ikosovceva@cchgeu.ru

---

**Ivanov Dmitry Alexandrovich**, Voronezh State Technical University, student gr. bEUN-211, E-mail: [dim0n\\_ivan0v@mail.ru](mailto:dim0n_ivan0v@mail.ru)

**Kravtsova Diana Yurevna**, Voronezh State Technical University, student gr. bEUN-211, E-mail: [diana.yk2002@gmail.com](mailto:diana.yk2002@gmail.com)

---

**Abstract:** this article discusses the current features of the introduction of energy-efficient technologies in construction, their role in reducing operating costs and improving the quality of housing. Special attention is paid to the Russian experience, including the climate of Voronezh, where the use of solar panels and other technologies is limited. We analyze the current state of the housing stock, which is most often dominated by facilities of low energy efficiency classes (C, F, etc.), while the premium segment demonstrates compliance with class A++ standards. The key problems associated with the high cost of construction, shortage of qualified personnel and incomplete compliance with standards by developers are highlighted. Government initiatives were considered, including new standards of the Ministry of Construction for 2024-2025, aimed at reducing energy consumption of buildings by 40%, as well as foreign experience in reducing energy costs. We have provided statistics on the share of energy-efficient homes in Russia and their payback, as well as market growth trends related to consumer demand. The article highlights the prospects for the development of "green" construction in the country, despite the selective use of the best technologies available in Russia.

**Keywords:** energy efficiency, construction, technology, operating costs, energy efficiency classes, government regulations.

Благодаря развитию современных технологий в строительстве появилась возможность создавать материалы, способные экономить средства на поддержание комфортных условий в помещениях. Энергоэффективные технологии в 2025 году включают теплоизоляционные материалы, умные датчики управления энергопотреблением и т.д. [1]. В нашей стране, в частности в Воронеже достаточно суровый климат, если сравнивать его с более тёплыми регионами России, со средней температурой выше 17 градусов. Поэтому солнечные батареи и некоторые другие энергоэффективные технологии будут не очень эффективны, особенно если рассматривать территории, в которых очень низкие температуры и регулярный снежный покров [2].

Современные энергоэффективные технологии в капитальном строительстве направлены на минимизацию тепловых потерь, снижение энергетического потребления и использование возобновляемых источников энергии [3]. К основным можно отнести водосберегающие технологии, «зелёные» крыши, фасады, утеплённые материалами на основе полимеров или специальной пеной, а также тепловые насосы [4]. Застройщики капитального строительства Воронежа в некоторых случаях не учитывают энергоэффективность своих сооружений в полной мере, стараясь как можно быстрее продать созданное ими жильё. Большая часть построенных многоквартирных домов соответствует лишь классу C, жильё старого фонда можно отнести даже к F классу. Лишь в капитальных сооружениях премиум класса можно встретить качественное утепление, трёхкамерные стеклопакеты и даже системы вентиляции с рекуперацией тепла. Такое жильё можно отнести к классу A++.

Сейчас в России насчитывается более 3050 полностью энергоэффективных многоквартирных домов. К их основной проблеме можно отнести стоимость возведения, а также отсутствие кадров нужной квалификации, из-за неумелого обращения с многими современными системами работники ЖКХ просто выводят их из строя. Если брать индивидуальное жилое строительство, то дом 100 кв. метров, построенный с учётом многих энергоэффективных технологий по цене выйдет от 10 до 30% больше в цене, если строить дом, без утепления и т.д. Основные затраты включают утепление (крыша, стены,

фундамент), качественные окна, двери, а также система вентиляции с рекуперацией. В среднем по России энергоэффективный дом позволяет сэкономить от 7% средств меньше на эксплуатацию здания [5]. Тогда окупаемость данных затрат на процедуры утепления и т.д. будет варьироваться от 15 до 20 лет. Подробное сравнение энергоэффективного и традиционного здания представлено в таблице 1.

**Таблица 1**

**Сравнение энергоэффективного и традиционного здания 100 кв. м.**

Параметр	Традиционное здание	Энергоэффективное здание
Годовые затраты на отопление	15 000 – 30 000 руб. (газ) 40 000 – 70 000 руб. (электричество)	3 000 – 8 000 руб. (газ) 8 000 – 15 000 руб. (электричество)
Стены	Кирпич, бетон (без утепления)	Утепленные (пенополистирол, минеральная вата, газобетон)
Окна	Одинарные или двойные стеклопакеты	Тройные стеклопакеты
Крыша	Минимальное утепление	Утепление 30–50 см
Фундамент	Без теплоизоляции	Утепленный фундамен (пенополистирол)
Вентиляция	Естественная	Рекуперация тепла (КПД 70–90%)
Герметичность	Высокие теплопотери	Воздухонепроницаемый контур (мембраны, уплотнители)
Отопительная система	Котел, радиаторы	Тепловой насос, теплые полы

Если в качестве примера брать Москву, то здесь более 70% новостроек имеют определенный класс энергоэффективности, чаще всего В или А. Доля энергоэффективных зданий, начинающихся от А класса в новом строительстве в России примерно 30%, а в странах Запада данный показатель достигает более 50%.

В ближайшие 5 лет будут просматриваться тенденции к значительному росту внедрения энергоэффективных зданий (до 40%). Данный рост напрямую взаимосвязан с госпрограммами и ужесточением нормативов. Потребление энергии в энергоэффективных домах снижается до 60%, в сравнении со старыми пятиэтажными домами. Как один из примеров сокращения затрат тепловой энергии в 3,5 раза, является 18-этажный жилой дом, расположенный в Москве на Красностуденческом проезде с поквартирной вентиляцией и рекуперацией тепла. По всей России установлены требования к энергоэффективности новых объектов строительства, которые гласят, что затраты на энергетические ресурсы должны быть снижены на 60% по сравнению со старым фондом [6] (см. табл. 2).

Таблица 2

## Доля применения энергоэффективных технологий в строительстве

Технология	Доля применения
Утепленные фасады	80%
Энергоэффективные окна	50%
Тепловые насосы	7%
Солнечные панели и коллекторы	9%
Рекуперация воздуха	18%
Умные системы управления энергопотреблением	10%

Почему же энергоэффективные дома привлекают покупателей? Во-первых, это касается низких эксплуатационных расходов. По статистике жильцов энергоэффективных квартир, внедрение систем рекуперации тепла, солнечных элементов, а также smart-счетчиков, уменьшает затраты на 30-40% [7]. Рассматривая другие страны, например: Норвегию, можно сделать вывод, что за первый год эксплуатации, использование таких материалов сокращает потребление энергии на 30%. В Германии же использование модульных конструкции, а также 3D печати повлекло к снижению энергозатрат на 20% на стадии строительства. Страны Европы стремительно развивают технологии внедрения умных домов. Это касается систем автоматизации управления различных инженерных сетей: отопление, освещение и так далее. Данные системы позволяют снижать затраты и увеличивать степень удобства для людей.

В России были разработаны национальные стандарты «зеленого» строительства в 2022 году, которые включали различные требования к энергоэффективности материалов. Однако, с января 2023 года, были сформированы новые нормы Минстроя (Приказ от 17 ноября 2017 г. N 1550/пр «Об утверждении требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений»), предусматривающие снижение энергопотребления зданий на 40% по сравнению с базовым уровнем. Всего 3% жилого фонда соответствовало высоким классам энергоэффективности к 2024 году. Тем не менее, 49% потребителей выразили готовность доплачивать за данное жилье. Этот побудило девелоперов использовать энергоэффективные материалы [8]. В связи с этим, можно убедиться, что данный вид сооружений приобретает свою популярность.

Энергоэффективные технологии в России применяются выборочно [9]. Однако, рынок развивается благодаря потребности долгосрочной экономии, а также высококачественному строительству объектов, которые прослужат долгие годы [10]. Жилой фонд энергоэффективных домов минимизирует свои расходы за различные инженерные системы и жизнь в целом, что положительно сказывается на качестве жизни. В связи с этим, рост трендов энергоэффективного строительства значительно набирает обороты.

## Список литературы

1. Горбанева, Е. П. Энергосберегающие технологии при проектировании системы умный дом / Е. П. Горбанева, А. В. Дикая, Л. А. Дьяченко, Е. А. Кретова // Строительство и недвижимость. – 2024. – № 1(14). – С. 149-155.
2. Горбанева, Е. П. Сбережение тепловой энергии с учетом технических рисков / Е. П. Горбанева, С. Ю. Нерозина, К. С. Севрюкова // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2022. – Т. 19, № 3. – С. 60-66.

3. Корелина, Д. Д. Повышение энергоэффективности путем внедрения энергоэффективных технологий в жилом строительстве / Д. Д. Корелина, И. А. Клоков // Актуальные исследования. – 2023. – № 26-1(156). – С. 69-71.
4. Шутова, Л. А. Применение инновационных технологий в строительстве, как фактор увеличения инвестиционной привлекательности проектов / Л. А. Шутова // Экономика строительства. – 2024. – № 3. – С. 124-127.
5. Горбанева, Е. П. Оптимизация экономических результатов внедрения энергосберегающих мероприятий в течение полного жизненного цикла объекта капитального строительства / Е. П. Горбанева, И. А. Косовцева, Т. В. Кстенин // Real Estate: Economics, Management. – 2023. – No. 4. – P. 45-49.
6. Косовцева, И. А. Совершенствование мероприятий по повышению энергоэффективности при строительстве объектов недвижимости / И. А. Косовцева, Ю. С. Овцинова, А. С. Дедов // Строительство и недвижимость. – 2020. – № 2(6). – С. 17-22.
7. Горбанева, Е. П. Энергоэффективные технологии в современном строительстве / Е. П. Горбанева, А. С. Губенко, А. К. Тишина // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2020. – Т. 17, № 10. – С. 52-57.
8. Чеснокова, Е. А. Применение энергосберегающих технологий в современном строительстве / Е. А. Чеснокова, А. А. Шеин, А. С. Чесноков, А. В. Бухтояров // Строительство и недвижимость. – 2020. – № 2(6). – С. 58-63.
9. Понявина, Н. А. Энергосберегающие технологии и ИОТ на этапе эксплуатации объектов недвижимости / Н. А. Понявина, И. А. Клоков, К. А. Андреева // Строительство и недвижимость. – 2021. – № 2(9). – С. 143-147.
10. Важдаев, К. В. Экономическая эффективность внедрения «умных» технологий при строительстве и эксплуатации жилых комплексов / К. В. Важдаев, В. А. Мартяшева, Д. А. Вяткин [и др.] // Human Progress. – 2024. – Т. 10, № 7.

#### List of references

1. Gorbaneva, E. P. Energy-saving technologies in the design of the smart home system / E. P. Gorbaneva, A.V. Dikaya, L. A. Dyachenko, E. A. Kretova // Construction and real estate. – 2024. – № 1(14). – Pp. 149-155.
2. Gorbaneva, E. P. Saving thermal energy taking into account technical risks / E. P. Gorbaneva, S. Yu. Nerozina, K. S. Sevryukova // FES: Finance. Economy. Strategy. – 2022. – Vol. 19, No. 3. – pp. 60-66.
3. Korelina, D. D. Improving energy efficiency through the introduction of energy-efficient technologies in residential construction / D. D. Korelina, I. A. Klovov // Current research. – 2023. – № 26-1(156). – Pp. 69-71.
4. Shutova, L. A. The use of innovative technologies in construction as a factor in increasing the investment attractiveness of projects / L. A. Shutova // Economics of construction. – 2024. – No. 3. – pp. 124-127.
5. Gorbaneva, E. P. Optimization of the economic results of implementing energy-saving measures during the full life cycle of a capital construction facility / E. P. Gorbaneva, I. A. Kosovtseva, T. V. Kstenin // Real Estate: Economics, Management. – 2023. – No. 4. – P. 45-49.
6. Kosovtseva, I. A. Improvement of energy efficiency measures in the construction of real estate / I. A. Kosovtseva, Yu.S. Ovtsinova, A. S. Dedov // Construction and real estate. – 2020. – № 2(6). – Pp. 17-22.
7. Gorbaneva, E. P. Energy-efficient technologies in modern construction / E. P. Gorbaneva, A. S. Gubenko, A. K. Tishina // FES: Finance. Economy. Strategy. 2020. Vol. 17, No. 10. pp. 52-57.

8. Chesnokova, E. A. Application of energy-saving technologies in modern construction / E. A. Chesnokova, A. A. Shein, A. S. Chesnokov, A.V. Bukhtoyarov // Construction and Real estate. – 2020. – № 2(6). – Pp. 58-63.

9. Ponyavina, N. A. Energy-saving technologies and IOT at the stage of operation of real estate objects / N. A. Ponyavina, I. A. Klokov, K. A. Andreeva // Construction and real estate. – 2021. – № 2(9). – Pp. 143-147.

10. Vazhdaev, K. V. Economic efficiency of the introduction of "smart" technologies in the construction and operation of residential complexes / K. V. Vazhdaev, V. A. Martyasheva, D. A. Vyatkin [et al.] // Human Progress. – 2024. – Vol. 10, No. 7.

УДК 69:620.91

## ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В КАПИТАЛЬНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

И. А. Косовцева, Е. А. Козырева, А. Г. Спесивцева

---

**Косовцева Илона Андреевна**, Воронежский государственный технический университет, старший преподаватель кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: ikosovceva@cchgeu.ru

**Козырева Елена Александровна**, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бПГС-211, E-mail: kozyrevaelena0911@gmail.com

**Спесивцева Анастасия Геннадьевна**, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бПГС-211, E-mail: anastasiaspesivtseva158@yandex.ru

---

**Аннотация:** в условиях растущего интереса к устойчивому развитию и снижению негативного воздействия на окружающую среду вопрос применения возобновляемых источников энергии в капитальном строительстве приобретает особую актуальность. В данной статье рассматривается применение возобновляемых источников энергии в капитальном строительстве с уклоном на солнечные батареи, ветроэнергетические установки и прочие инновационные методы, влекущие снижение энергозатрат и экологической нагрузки при строительстве и эксплуатации зданий. Производится анализ преимуществ использования вышеуказанных технологий с целью повышения энергоэффективности зданий, а также минимизации углеродного следа и улучшения экологической составляющей в городе. В статье отмечены перспективы и препятствия для широкого распространения и внедрения возобновляемых источников энергии в капитальном строительстве, включая рассмотрение первоначальных инвестиций, наличия необходимых ресурсов и трудностей, связанных с модернизацией существующих зданий для соответствия принципам устойчивого развития.

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, строительство, солнечные батареи, ветроэнергетические установки, геотермальные системы, тепловые насосы.

## THE USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN CAPITAL CONSTRUCTION

I. A. Kosovtseva, E. A. Kozyreva, A. G. Spesivtseva

---

**Kosovtseva Iona Andreevna**, Voronezh State Technical University, Senior Lecturer of the Department of Technology, Construction Organization, Expertise and Real Estate Management, E-mail: ikosovceva@cchgeu.ru

**Kozyreva Elena Aleksandrovna**, Voronezh State Technical University, student gr. bPGS-211, E-mail: kozyrevaelena0911@gmail.com

**Spesivtseva Anastasia Gennadievna**, Voronezh State Technical University, student gr. bPGS-211, E-mail: anastasiaspesivtseva158@yandex.ru

---

**Abstract:** in the context of growing interest in sustainable development and reducing negative environmental impacts, the issue of using renewable energy sources in capital construction is becoming particularly relevant. This article examines the use of renewable energy sources in capital construction with a focus on solar panels, wind power plants and

other innovative methods that reduce energy consumption and environmental impact during the construction and operation of buildings. The advantages of using the above technologies are analyzed in order to increase the energy efficiency of buildings, as well as minimize the carbon footprint and improve the environmental component in the city. The article highlights the prospects and obstacles to the widespread adoption and adoption of renewable energy sources in capital construction, including consideration of initial investments, availability of necessary resources, and difficulties associated with upgrading existing buildings to meet the principles of sustainable development.

**Keywords:** renewable energy sources, construction, solar panels, wind power plants, geothermal systems, heat pumps.

В условиях устойчивого развития и усиливающихся экологических требований строительная отрасль активно осваивает энергосберегающие решения на базе возобновляемых ресурсов. Интеграция таких систем, как фотоэлектрические панели, ветрогенераторы, геотермальные установки и современные тепловые модули, становится важным направлением при проектировании и возведении объектов различного назначения. Применение экологически чистых источников позволяет снизить потребление традиционных энергоресурсов, повысить автономность зданий и сократить выбросы в атмосферу [1]. В рамках статьи рассматриваются технологические подходы к внедрению возобновляемой энергетики в капитальное строительство, а также оцениваются их эффективность, экономические преимущества и потенциал масштабирования.

В капитальном строительстве решить задачу использования природных потоков энергии и снижения зависимости от ископаемого топлива помогает реализация инновационных технологий на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Среди различных направлений выделяются основные технологии [2] использования ВИЭ, такие как:

1. Преобразование солнечной энергии (солнечные батареи).

Одной из наиболее широко применяемых является система преобразования солнечного излучения в электричество. Поверхности зданий, такие как крыши и фасады, оснащаются фотоэлектрическими панелями, которые позволяют аккумулировать световую энергию и преобразовывать её в постоянный ток. Современные панели характеризуются повышенной чувствительностью даже при рассеянном свете, что расширяет географию их применения.

2. Ветроэнергетические установки (ветрогенераторы).

В регионах с устойчивыми воздушными потоками активно используются ветровые энергоустановки. Принцип их работы основан на преобразовании механической энергии вращающихся лопастей в электрическую. Такие конструкции монтируются как на специальных мачтах, так и интегрируются в архитектурный облик здания. Эффективность их работы зависит от постоянства и скорости ветра, что делает необходимым предварительный аэродинамический анализ территории.

3. Геотермальное отопление и охлаждение (геотермальные системы).

Тепло земной коры также активно используется в строительной практике. Геотермальные системы функционируют по замкнутому циклу, в котором теплоноситель передаёт энергию от глубинных слоёв почвы внутрь здания. Благодаря стабильной температуре подземных горизонтов такие установки обеспечивают обогрев зимой и охлаждение летом, работая независимо от погодных условий. Они не требуют топлива и характеризуются длительным сроком службы при минимальных эксплуатационных затратах.

4. Тепловые насосы.

Ещё одной технологией, нашедшей широкое применение в энергоэффективном строительстве, являются тепловые насосы. Эти устройства переносят тепловую энергию от низкотемпературных источников - воздуха, воды или грунта - в зоны, требующие обогрева.

Компетентный подход к настройке и наладке системы даст возможность обеспечивать как отопление, так и кондиционирование, при этом существенно снизит расход электроэнергии.

Все указанные технологии не только повышают автономность зданий, но и формируют новую экологическую парадигму в градостроительстве.

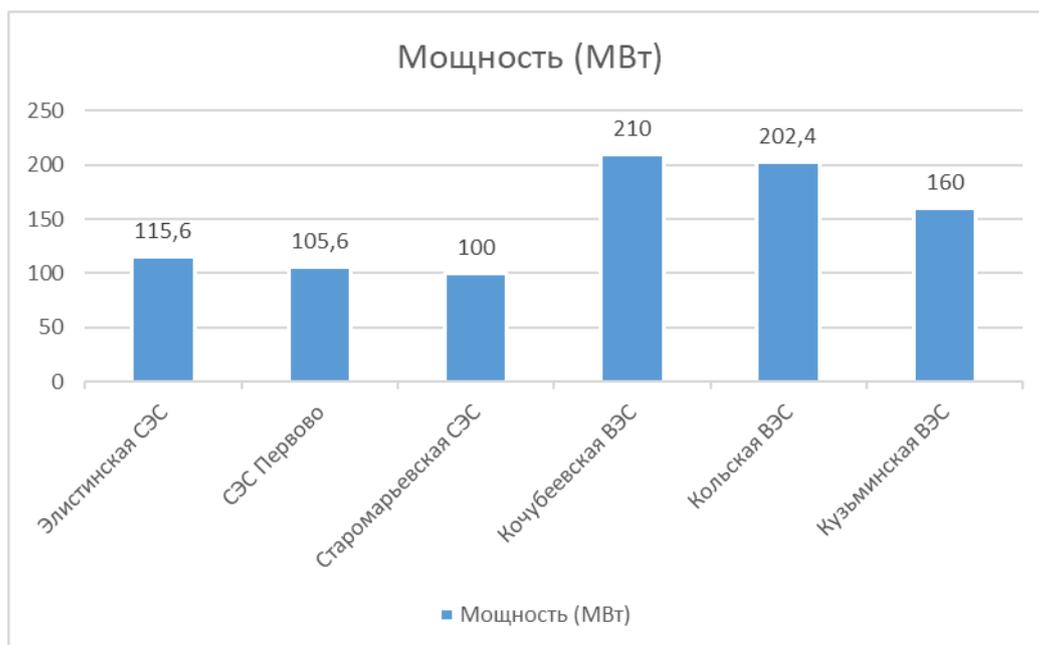
Полученные данные по основным показателям функционирования крупнейших объектов ВИЭ в России на 2024 год сведем в таблицу.

**Таблица**

**Основные показатели функционирования крупнейших объектов ВИЭ в России на 2024 год**

Название объекта	Тип станции	Мощность, МВт	Регион	Оператор	Период ввода
Элистинская	Солнечная	115,6	Республика Калмыкия	ПАО «Форвард Энерго»	2021–2022
Первово	Солнечная	105,6	Республика Крым	ООО «Альфа Солар»	2011–2013
Старомарьевская	Солнечная	100,0	Ставропольский край	ООО «Солар Системс»	2019–2020
Кочубеевская	Ветроэнергетическая	210,0	Ставропольский край	АО «НоваВинд» (АО «ВетроОГК»)	2020–2021
Кольская	Ветроэнергетическая	202,4	Мурманская область	ПАО «ЭЛ5-Энерго» (ООО «Кольская ВЭС»)	2022–2023
Кузьминская	Ветроэнергетическая	160,0	Ставропольский край	АО «НоваВинд» (АО «ВетроОГК-2»)	2023

Рисунок 1 содержит информацию о ведущих объектах в сфере возобновляемой энергетики на территории России. Указаны их установленные мощности, регионы размещения, организации, обеспечивающие эксплуатацию, а также временные рамки ввода в действие. Эти данные подчеркивают значительный рост и инвестиции в сектор возобновляемой энергетики в России, особенно в солнечную и ветровую энергию.



**Рис. 1. Мощность крупнейших объектов ВИЭ в России на 01.04.2024**

Согласно данным Росстата, доля ВИЭ в общем энергобалансе России постепенно растет. Так в 2023 году на возобновляемые источники энергии пришлось около 4% от общего объема производства электроэнергии, что на 1% больше, чем в 2022 году. Преимущественно вклад в подобный рост внесли фотоэлектрические элементы (солнечные батареи) и ветровые электростанции, а также небольшие гидроэлектростанции [3].

Но, несмотря на положительную динамику, Россия пока ещё отстает от европейских стран, где доля ВИЭ в энергобалансе значительно выше.

Лидером является Китай – 56% от общего объема производства электроэнергии. В Германии на возобновляемые источники энергии приходится около 49%, а в Беларуси – 4% (рис. 2).



**Рис. 2. Сравнение доли ВЭИ в энергобалансе России и других стран**

ВИЭ становятся с каждым годом более востребованными в капитальном строительстве в силу своих преимуществ:

1. Снижение текущих издержек: несмотря на то, что первоначальные вложения в ВИЭ-оборудование могут быть значительными, долгосрочная перспектива демонстрирует существенную экономию [4]. Сокращение расходов на энергию и возможность реализации излишков в электросеть делают ВИЭ выгодным вариантом для капиталовложений. Инвестиции в возобновляемые источники энергии снижают будущие затраты на электроэнергию и отопление [5].

2. Экологичность: ключевым плюсом использования ВИЭ является уменьшение выбросов парниковых газов. Солнечные панели, ветрогенераторы и геотермальные системы не генерируют CO<sub>2</sub> и другие загрязняющие вещества, улучшая качество воздуха и снижая вредное воздействие на экологию.

3. Соответствие стандартам: многие страны разрабатывают законы, направленные на стимулирование экологичного строительства, что делает ВИЭ необходимым для соответствия новым требованиям.

4. Привлечение капитала: проекты с ВИЭ могут привлекать больше инвестиций, поскольку считаются более устойчивыми и инновационными.

Учитывая общемировую тенденцию к переходу на возобновляемые источники, ожидается дальнейшее распространение ВИЭ в строительстве [6]. Планируется увеличение инвестиций, улучшение доступности и эффективности. Нормы строительной отрасли будут продолжать совершенствоваться в направлении экологически чистых решений [7].

Основным препятствием для развития ВИЭ в строительстве является высокая стоимость оборудования и его монтажа. Значительные капитальные вложения на начальном этапе могут отпугнуть многих застройщиков. Помимо этого, перебои в поставках и ценовые колебания на ресурсы способны негативно сказаться на прибыльности проектов.

Для решения этих проблем требуется активное содействие государства. Внедрение дотаций, льготного кредитования и налоговых льгот способно мотивировать инвестиции в ВИЭ. Также необходимо развивать инфраструктуру для интеграции ВИЭ в действующие энергосистемы.

Дефицит квалифицированных кадров в области ВИЭ – еще одна задача. Важно создавать образовательные программы и курсы повышения квалификации для подготовки специалистов, способных эффективно работать с современными энерготехнологиями.

Использование ВИЭ в строительстве создает широкие перспективы для оздоровления окружающей среды, уменьшения расходов на энергообеспечение и укрепления энергетической независимости.

### Список литературы

1. Головин, Е. А. Возобновляемая энергия как вид обеспечения более безопасного будущего / Е. А. Головин // Вестник науки. – 2025. – Т. 3, № 1(82). – С. 1438-1442.
2. Понявина, Н. А. Энергосберегающие технологии и ИОТ на этапе эксплуатации объектов недвижимости / Н. А. Понявина, И. А. Клоков, К. А. Андреева // Строительство и недвижимость. – 2021. – № 2(9). – С. 143-147.
3. Чеснокова Е. А. Анализ мероприятий по повышению энергоэффективности / Е. А. Чеснокова, Н. А. Понявина, Э. Ю. Мартыненко, А. В. Мищенко // Строительство и недвижимость. – 2018. – № 1-1(2). – С. 54-58.
4. Gorbaneva, E. P. Optimization of economic outcomes of energy saving actions taken throughout the entire lifecycle of a capital construction facility / E. P. Gorbaneva, I. A. Kosovtseva, T. V. Kstenin // Real Estate: Economics, Management. – 2022. – No. 4. – P. 45-49.

5. Горбанева Е. П. Энергосберегающие технологии при проектировании системы умный дом / Е. П. Горбанева, А. В. Дикая, Л. А. Дьяченко, Е. А. Кретова // Строительство и недвижимость. – 2024. – № 1(14). – С. 149-155.

6. Горбанева, Е. П. Сбережение тепловой энергии с учетом технических рисков / Е. П. Горбанева, С. Ю. Нерозина, К. С. Севрюкова // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2022. – Т. 19, № 3. – С. 60-66.

7. Косовцева, И. А. Совершенствование мероприятий по повышению энергоэффективности при строительстве объектов недвижимости / И. А. Косовцева, Ю. С. Овцинова, А. С. Дедов // Строительство и недвижимость. – 2020. – № 2(6). – С. 17-22.

### List of references

1. Golovin, E. A. Renewable energy as a type of ensuring a safer future / E. A. Golovin // Bulletin of Science. – 2025. – Vol. 3, No. 1(82). – pp. 1438-1442.

2. Ponyavina, N. A. Energy-saving technologies and IOT at the stage of operation of real estate objects / N. A. Ponyavina, I. A. Klokov, K. A. Andreeva // Construction and real estate. – 2021. – № 2(9). – Pp. 143-147.

3. Chesnokova E. A. Analysis of measures to improve energy efficiency / E. A. Chesnokova, N. A. Ponyavina, E. Y. Martynenko, A.V. Mishchenko // Construction and real estate. – 2018. – № 1-1(2). – Pp. 54-58.

4. Gorbaneva, E. P. Optimization of economic outcomes of energy saving actions taken throughout the entire lifecycle of a capital construction facility / E. P. Gorbaneva, I. A. Kosovtseva, T. V. Kstenin // Real Estate: Economics, Management. – 2022. – No. 4. – P. 45-49.

5. Gorbaneva E. P. Gorbaneva, A.V. Dikaya, L. A. Dyachenko, E. A. Kretova, Energy-saving technologies in the design of the smart home system // Construction and real estate. – 2024. – № 1(14). – Pp. 149-155.

6. Gorbaneva, E. P. Saving thermal energy taking into account technical risks / E. P. Gorbaneva, S. Yu. Nerozina, K. S. Sevryukova // FES: Finance. Economy. Strategy. – 2022. – Vol. 19, No. 3. – pp. 60-66.

7. Kosovtseva, I. A. Improvement of measures to increase energy efficiency in the construction of real estate / I. A. Kosovtseva, Yu. S. Ovtsinova, A. S. Dedov // Construction and real estate. – 2020. – № 2(6). – Pp. 17-22.

УДК 69.05

## ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЕРТИЗЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКОНСТРУИРОВАННЫХ ТОРГОВЫХ ОБЪЕКТОВ

С. Д. Николенко, Д. М. Анваров

---

**Николенко Сергей Дмитриевич**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности, E-mail: [nikolenkoppb1@ya.ru](mailto:nikolenkoppb1@ya.ru)

**Анваров Достонбек Мирзаолим угли**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мКНС-231, E-mail: [doston@anvarov.uz](mailto:doston@anvarov.uz)

---

**Аннотация:** в статье освещаются ключевые аспекты и проблемные вопросы экспертизы технического состояния и обеспечения безопасности торговых зданий после реконструкции, особенно при дефиците проектно-исполнительной документации. На примере комплексного обследования реконструированного магазина анализируются характерные дефекты, несоответствия градостроительным и трудовым нормам, а также эксплуатационные риски. Обобщены результаты натурных исследований (визуальных, инструментальных) и поверочных расчетов. Обоснована необходимость системного подхода к экспертизе таких объектов, включающего техническую оценку, анализ правового статуса и мер охраны труда. Сформулированы рекомендации по устранению дефектов и обеспечению безопасной эксплуатации. Дополнительно рассмотрены аспекты взаимодействия с надзорными органами, роль цифровых технологий и нормативные пробелы. Отмечена значимость регулярного мониторинга состояния зданий. Подчеркивается важность комплексной документации и предварительной оценки проектных решений перед началом строительных работ.

**Ключевые слова:** реконструкция зданий, торговые объекты, техническое состояние, экспертиза зданий, безопасность эксплуатации, дефекты конструкций.

## PECULIARITIES OF TECHNICAL CONDITION EXPERTISE OF RECONSTRUCTED RETAIL FACILITIES

S. D. Nikolenko, D. M. Anvarov

---

**Nikolenko Sergey Dmitrievich**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technosphere and Fire Safety, E-mail: [nikolenkoppb1@ya.ru](mailto:nikolenkoppb1@ya.ru)

**Anvarov Dostonbek Mirzaolim ugli**, Voronezh State Technical University, Master's student of the group mKNS-231, E-mail: [doston@anvarov.uz](mailto:doston@anvarov.uz)

---

**Abstract:** the article highlights key aspects and critical issues in assessing the technical condition and ensuring the safety of commercial buildings after reconstruction, especially in cases where project and as-built documentation is lacking. Using a comprehensive survey of a reconstructed store as an example, it analyzes typical defects, violations of urban planning and labor regulations, as well as operational risks. The results of on-site investigations (both visual and instrumental) and verification calculations are summarized. The necessity of a systematic approach to the expert evaluation of such facilities is

substantiated, including technical assessment, legal status analysis, and occupational safety measures. Recommendations are formulated for eliminating defects and ensuring safe operation. Additionally, the article addresses cooperation with regulatory authorities, the role of digital technologies, and regulatory gaps. The importance of regular monitoring of building conditions is emphasized. The need for comprehensive documentation and preliminary evaluation of design solutions before construction begins is also underlined.

**Keywords:** building reconstruction, retail facilities, technical condition, building expertise, operational safety, structural defects.

Интенсивное развитие городских территорий и изменение функциональных потребностей часто приводят к необходимости реконструкции существующих зданий, в том числе торговых объектов. Реконструкция позволяет адаптировать старый фонд к современным требованиям, однако этот процесс сопряжен с рядом специфических сложностей и рисков. Одной из ключевых проблем является обеспечение как конструктивной безопасности обновленного объекта, так и безопасности его дальнейшей эксплуатации для персонала и посетителей. Особую актуальность эта задача приобретает в случаях, когда реконструкция проводилась со значительными изменениями первоначального проекта, а комплектность и качество проектно-исполнительной документации вызывают сомнения. Такие объекты требуют особого подхода при проведении экспертизы их технического состояния, поскольку стандартные методы оценки могут быть недостаточны для выявления всех скрытых дефектов и оценки реальных рисков. Целью настоящей статьи является анализ особенностей экспертизы технического состояния и обеспечения безопасности реконструированных торговых объектов на примере конкретного здания магазина, прошедшего глубокую трансформацию, и выработка рекомендаций по минимизации эксплуатационных рисков.

В качестве объекта исследования выступило двухэтажное здание магазина, расположенное в г. Нововоронеж, Воронежской области, по ул. Первомайская, 5в (рис. 1).



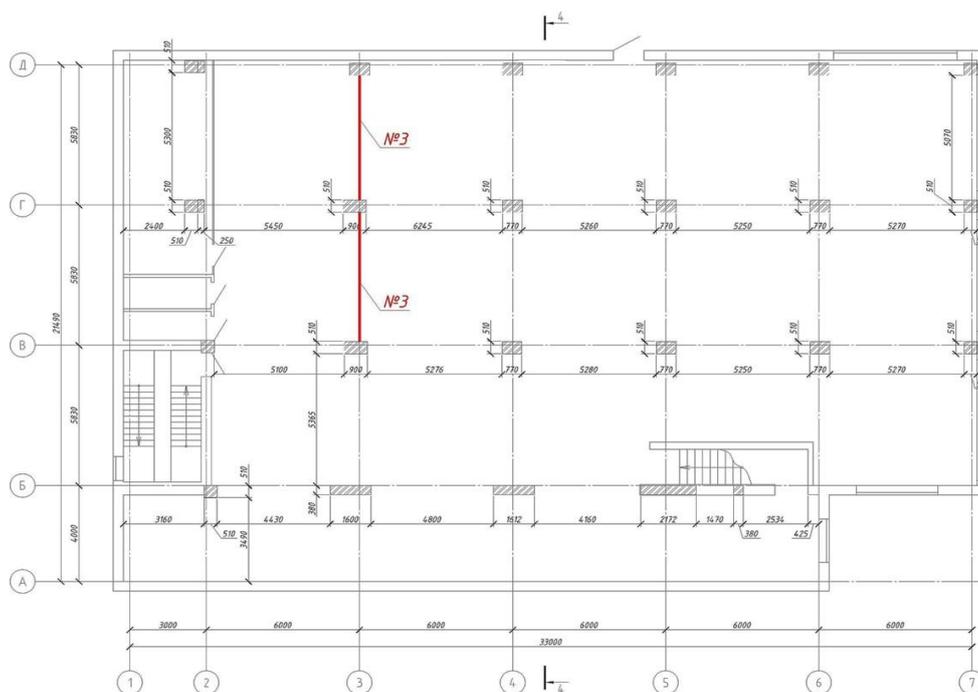
**Рис. 1. Вид объекта обследования**

Данный объект был реконструирован в 2017-2020 гг. из одноэтажного автомоечного комплекса, что привело к изменению его объемно-планировочных и конструктивных решений: увеличению площади и этажности (с 1 до 2 этажей, общая высота до верха

парапета 8,24 м), а также изменению конструктивной схемы на неполный каркас с использованием как сохранившихся железобетонных элементов, так и новых несущих стен из ячеистобетонных блоков и кирпичных столбов [1]. Методология исследования включала комплексное обследование технического состояния здания, проведенное специализированной организацией ООО «РЕСУРС» в 2023 году [1]. Обследование проводилось в соответствии с действующими нормативными документами, включая положения, заложенные в ГОСТ [2]. Были применены методы визуального осмотра всех доступных конструкций, инструментальный неразрушающий контроль прочности материалов (бетона, кирпича), обследование фундаментов путем вскрытия шурфов, геометрические обмеры, а также выполнены поверочные расчеты несущей способности основных конструкций с использованием программного комплекса SCAD. Параллельно проводился анализ имеющейся технической документации на предмет ее соответствия требованиям Градостроительного кодекса РФ [3] и оценка потенциальных рисков для безопасности труда персонала согласно Трудовому кодексу РФ [4].

Анализ объекта с точки зрения градостроительного законодательства выявил первую ключевую особенность экспертизы реконструированных объектов – часто встречающиеся проблемы с документальным сопровождением. Для исследуемого магазина было установлено практически полное отсутствие исполнительной документации на работы по реконструкции, а также некомплектность проектной документации (представлены лишь фрагменты архитектурного раздела) и отсутствие сведений о прохождении ею экспертизы [1]. Также отсутствовали разрешение на реконструкцию и разрешение на ввод объекта в эксплуатацию. Такое положение дел не только является прямым нарушением статей 48 (Архитектурно-строительное проектирование), 49 (Экспертиза проектной документации), 51 (Выдача разрешений на строительство), 52 (Осуществление строительства, реконструкции) и 55 (Выдача разрешения на ввод объекта в эксплуатацию) ГрК РФ [3], но и создает существенные трудности для объективной оценки качества выполненных работ и примененных материалов. В частности, было зафиксировано использование при реконструкции бывших в употреблении железобетонных изделий [1], характеристики которых без соответствующей документации остаются неподтвержденными. Это формирует значительные юридические риски для собственника и технические риски для безопасной эксплуатации.

Вторая особенность связана с необходимостью комплексной оценки безопасности труда в уже эксплуатируемом реконструированном объекте. Статья 214 ТК РФ возлагает на работодателя обязанность обеспечивать безопасность работников при эксплуатации зданий [4]. Техническое состояние магазина, по данным обследования, создает ряд прямых и косвенных угроз. Наиболее серьезные из них – аварийное состояние отдельных конструкций покрытия: ригеля в осях Б/5-6 со сверхнормативным прогибом 70 мм и плиты в осях Г-Д/2-3 (рис. 2) с силовыми трещинами раскрытием до 0,5 мм [1].



**Рис. 2. План здания с выделенными дефектными участками**

Эксплуатация зон под этими конструкциями недопустима (ст. 214.1 ТК РФ) и требует немедленного вмешательства. Кроме того, множественные протечки кровли и дефекты фасада приводят к систематическому замачиванию стен, что создает риски развития плесени, поражения электротокком, падения отделки и снижения прочности конструкций [1]. Эти факторы должны быть учтены при разработке и экспертизе системы управления охраной труда на предприятии, включая проведение оценки профессиональных рисков согласно статье 218 ТК РФ.

Третья, и основная, особенность касается непосредственно технической экспертизы конструкций. Обследование проводилось комплексно. Визуальный осмотр всех доступных конструкций позволил выявить и задокументировать характер и степень распространения видимых дефектов, таких как трещины, сколы, коррозия, деформации, увлажнение. Особое внимание было уделено аварийным конструкциям покрытия, протечкам кровли и фасада, а также трещине в полу второго этажа, вызванной неравномерной осадкой фундаментов [1].

Инструментальное обследование проводилось с учетом требований технического регламента [6] и включало контроль геометрических параметров (обмеры здания 21,49x33,0м, сечений колонн 400x400 мм, ригелей высотой 450/600 мм, столбов от 380x380 до 900x510 мм, плит толщиной 220 мм), определение прочности материалов неразрушающим методом ударного импульса (прибор «ОНИКС-2.5», по ГОСТ 22690-2015 [7], оценка по ГОСТ 18105-2018 [8]). Было установлено, что фактическая прочность бетона фундаментов соответствует классу В15 (средняя  $R_m=18,98-21,48$  МПа), колонн – В15-В20 ( $R_m=20,67-25,06$  МПа), ригелей покрытия – В30 ( $R_m=38,48-41,72$  МПа), плит перекрытия и покрытия – В25-В27.5 ( $R_m=31,61-36,05$  МПа). Прочность силикатного кирпича кладки столбов и стен соответствовала марке М150 ( $R_m$  около 14,9-15,9 МПа), а ячеистобетонных блоков D500 – классу В2.5 [1]. Обследование фундаментов путем вскрытия двух шурфов (1x2x2м) показало, что столбчатый фундамент Ф1.1.1 под старую колонну (оси Д/3, глубина 1,5 м) находится в удовлетворительном состоянии на песчаном основании, тогда как ленточный фундамент под новую стену (оси Б-В/1, глубина 1,3 м) имеет признаки низкого качества бетонирования плитной части и использования б/у элементов в теле фундамента, основание также песчаное [1].

Камеральная обработка данных включала анализ причин дефектов (низкое качество СМР, б/у конструкции) [1]. Поверочные расчеты в ПК SCAD (с учетом нагрузок по СП 20.13330.2016 [9]: снег III р-н, ветер II р-н, полезная 4,8 кПа, и коэффициента ответственности  $\gamma_n=1$ ) показали, что большинство несущих конструкций имеют достаточный запас прочности: для железобетонных колонн  $K_{max}=0,73$  (запас 27%); для ригелей РДП 4.56  $K_{max}=0,784$  (запас 21,6%), для ригелей РДП/РОП 6.56  $K_{max}=0,747$  (запас 25,3%); для различных кирпичных столбов  $K_{max}$  варьировался от 0,547 (запас 45,3%) до 0,837 (запас 16,3%); для стен из ячеистобетонных блоков  $K_{max}=0,845$  (запас 15,5%). Максимальная расчетная осадка фундаментов  $S_{u,max} = 5,4$  см не превысила предельных 12 см (СП 22.13330.2016 [5]), однако их неравномерность подтвердила причину трещины в полу [1]. Итоговая оценка технического состояния по ГОСТ 31937: здание в целом работоспособное, но ригель Б/5-6 и плита Г-Д/2-3 – аварийные [1].

Обсуждая полученные результаты, необходимо подчеркнуть взаимосвязь выявленных проблем. Отсутствие полной и достоверной проектно-исполнительной документации (нарушение требований ГрК РФ) затрудняет оценку первоначального замысла реконструкции и примененных материалов, что, в свою очередь, осложняет анализ причин дефектов и прогнозирование поведения конструкций. Использование бывших в употреблении элементов без должной проверки и документального подтверждения их характеристик является одной из вероятных причин аварийного состояния конструкций покрытия. Выявленные технические дефекты (протечки, аварийные конструкции, замачивание стен) напрямую создают опасные условия труда (нарушение ТК РФ) и повышают эксплуатационные риски. Такая ситуация характерна для многих реконструированных объектов, где контроль на этапе строительства был ослаблен или отсутствовал. Планируемая дальнейшая реконструкция (надстройка третьего этажа) в таких условиях невозможна без предварительного устранения всех критических дефектов и приведения объекта в соответствие с нормативными требованиями. Расчетная оценка показала, что существующие несущие конструкции (после усиления аварийных) могут воспринять дополнительную нагрузку не более 10 кН/м, прикладываемую к плитам покрытия вдоль буквенных осей, но это требует тщательной проработки проектных решений для нового этажа и перераспределения нагрузок [1].

Таким образом, особенностями экспертизы реконструированного торгового объекта является выявление необходимости не только локального ремонта, но и системного подхода к обеспечению его безопасности. Выводами проведенного исследования являются: работоспособное состояние значительной части несущих конструкций при наличии отдельных аварийных элементов покрытия; многочисленные дефекты гидроизоляции и фасада, ведущие к замачиванию стен; несоответствие документального сопровождения реконструкции требованиям ГрК РФ; создание опасных условий труда из-за технических проблем.

На основании изложенного, для обеспечения безопасной эксплуатации и подготовки к дальнейшей реконструкции здания магазина рекомендуется следующий комплекс первоочередных мероприятий: разработка проекта и немедленное выполнение работ по усилению или замене аварийных конструкций покрытия; капитальный ремонт кровли; завершение монтажа и герметизация навесного фасада; просушка и антисептическая обработка увлажненных участков стен; организация геодезического мониторинга осадок здания; восстановление недостающей технической и разрешительной документации; разработка и внедрение комплексных мероприятий по управлению профессиональными рисками в рамках системы управления охраны труда. Реализация указанных мероприятий позволит не только обеспечить текущую безопасность объекта, но и создаст необходимые предпосылки для его дальнейшего развития и безопасной эксплуатации.

**Список литературы**

1. Технический отчет № 82/3-23-4-Отч.1 по результатам освидетельствования технического состояния строительных конструкций здания магазина, расположенного по адресу: г. Нововоронеж, ул. Первомайская, 5в / ООО «РЕСУРС». – Воронеж, 2023. – 111 с.
2. ГОСТ 31937-2024. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – Введ. 2024-05-01 // Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1305691614> (дата обращения: 11.05.2025).
3. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 26.12.2024) // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51040/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/) (дата обращения: 11.05.2025).
4. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 07.04.2025) // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/) (дата обращения: 11.05.2025).
5. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\* / Минстрой России. – М., 2016. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054206> (дата обращения: 11.05.2025).
6. Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 N 384-ФЗ (ред. от 25.12.2023) // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/) (дата обращения: 11.05.2025).
7. ГОСТ 22690-2015. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. – Введ. 2016-04-01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 20 с. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200124396> (дата обращения: 11.05.2025).
8. ГОСТ 18105-2018. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. – Введ. 2019-07-01. – М.: Стандартинформ, 2019. – 27 с. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200164028> (дата обращения: 11.05.2025).
9. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* / Минстрой России. – М., 2016. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/456044318> (дата обращения: 11.05.2025).

**List of references**

1. Technical report No. 82/3-23-4-Отч.1 on the results of the technical condition survey of the building structures of the store located at: Novovoronezh, Pervomayskaya St., 5v / ООО "RESURS". – Voronezh, 2023. – 111 p. (In Russian)
2. GOST 31937-2024. Buildings and structures. Rules for inspection and monitoring of technical condition. – Effective 2024-05-01 // Federal Agency on Technical Regulating and Metrology (Rosstandart) [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1305691614> (accessed: May 11, 2025). (In Russian)
3. Urban Planning Code of the Russian Federation No. 190-FZ of December 29, 2004 (as amended on 26.12.2024) // SPS "ConsultantPlus" [Electronic resource]: Access mode: URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51040/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/) (accessed: May 11, 2025). (In Russian)
4. Labor Code of the Russian Federation No. 197-FZ of December 30, 2001 (as amended on 07.04.2025) // SPS "ConsultantPlus" [Electronic resource]: Access mode: URL:

[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/) (accessed: May 11, 2025). (In Russian)

5. SP 22.13330.2016. Foundations of buildings and structures. Updated version of SNiP 2.02.01-83\* / Ministry of Construction of Russia. – Moscow, 2016. // Electronic fund of legal and normative-technical documents [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054206> (accessed: May 11, 2025). (In Russian)

6. Federal Law "Technical Regulations on the Safety of Buildings and Structures" No. 384-FZ of December 30, 2009 (as amended on 25.12.2023) // SPS "ConsultantPlus" [Electronic resource]: Access mode: URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/) (accessed: May 11, 2025). (In Russian)

7. GOST 22690-2015. Concretes. Determination of strength by mechanical non-destructive methods. – Effective 2016-04-01. – Moscow: Standartinform, 2016. – 20 p. // Electronic fund of legal and normative-technical documents [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200124396> (accessed: May 11, 2025). (In Russian)

8. GOST 18105-2018. Concretes. Rules for control and assessment of strength. – Effective 2019-07-01. – Moscow: Standartinform, 2019. – 27 p. // Electronic fund of legal and normative-technical documents [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200164028> (accessed: May 11, 2025). (In Russian)

9. SP 20.13330.2016. Loads and actions. Updated version of SNiP 2.01.07-85\* / Ministry of Construction of Russia. – Moscow, 2016. // Electronic fund of legal and normative-technical documents [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://docs.cntd.ru/document/456044318> (accessed: May 11, 2025). (In Russian)

УДК 69.059.14

## ПОРЯДОК И ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

С. Д. Николенко, А. И. Новикова

**Николенко Сергей Дмитриевич**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности, E-mail: [nikolenkoppb1@yandex.ru](mailto:nikolenkoppb1@yandex.ru)

**Новикова Анна Ивановна**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мКНС-231, E-mail: [tac777anna@mail.ru](mailto:tac777anna@mail.ru)

**Аннотация:** в статье освещается порядок и особенности проведения визуально и инструментального обследования железобетонных многопустотных плит перекрытия для объекта социального назначения с массовым прибыванием людей. На примере обследования общеобразовательного учреждения (школы) определяются габариты конструкций, их расположение, характеристики бетона и арматуры, из которых состоят конструкции, анализируются характерные дефекты и повреждения, а также выдвигаются предположения о возможных причинах их появления. Обрабатываются результаты визуально и инструментального обследования и результаты поверочных расчётов. Была обоснована необходимость проведения регулярного визуального и инструментального обследования и мониторинга технического состояния для подобных объектов. Сформулированы рекомендации по устранению дефектов и повреждений для обеспечения нормативной работоспособности, долговечности, безопасности, удобства и эстетичности конструкций в период дальнейшей эксплуатации.

**Ключевые слова:** обследование зданий, плиты перекрытий, техническое состояние, общеобразовательное учреждение, дефекты конструкций.

## PECULIARITIES OF TECHNICAL CONDITION ASSURANCE OF RECONSTRUCTED RETAIL FACILITIES

S. D. Nikolenko, A. I. Novikova

**Nikolenko Sergey Dmitrievich**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technosphere and Fire Safety, E-mail: [nikolenkoppb1@yandex.ru](mailto:nikolenkoppb1@yandex.ru)

**Novikova Anna Ivanovna**, Voronezh State Technical University, Master's student of the group mKNS-231, E-mail: [tac777anna@mail.ru](mailto:tac777anna@mail.ru)

**Abstract:** the article covers the procedure and features of visual and instrumental inspection of reinforced concrete hollow-core slabs for a social facility with a large number of people. Using the example of inspection of a general education institution (school), the dimensions of the structures, their location, characteristics of concrete and reinforcement of which the structures consist are determined, typical defects and damages are analyzed, and assumptions are made about possible causes of their occurrence. The results of visual and instrumental inspection and the results of verification calculations are processed. The need for regular visual and instrumental inspection and monitoring of the technical

condition for such facilities was substantiated. Recommendations are formulated for eliminating defects and damages to ensure standard operability, durability, safety, convenience and aesthetics of the structures during further operation.

**Keywords:** inspection of buildings, floor slabs, technical condition, educational institution, structural defects.

В качестве примера для описания порядка и особенностей проведения визуально-инструментального обследования плит перекрытия было выбрано здание общеобразовательного учреждения «Центр образования № 29», расположенное в Московской обл., п. Зелёный, д. 4. Данный объект относится к объектам социального назначения [1] с нормальным уровнем ответственности и массовым прибыванием людей [2]. Такие объекты нуждаются в регулярном и тщательном техническом контроле, так как от этого зависит комфорт и безопасность большого количества людей.

Обследование технического состояния плит перекрытия на объекте производилось визуальным осмотром, производством зондажей и вскрытий, а также при помощи приборов.

При освидетельствовании конструкций устанавливали: тип, форму, размеры конструкций, проводили визуальный осмотр на предмет наличия повреждений, определяли глубину карбонизации бетона, прочность бетона. Опираение плит перекрытия выполнено на несущие железобетонные поперечные стеновые панели и ригели. Перекрытия и покрытие корпусов выполнены из железобетонных многопустотных преднапряженных панелей шириной 1,2 м для пролетов 6,4 и 7,2 м. Для пролетов 3,2 м принято обычное армирование.

Было определено, что железобетонные многопустотные плиты перекрытий соответствуют рабочим чертежам серии 125 «Изделия заводского изготовления. Часть 10. Панели перекрытий шириной 1190 мм для общественных зданий» [3].

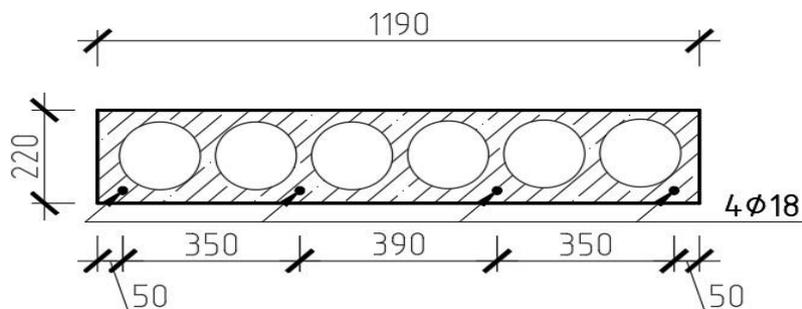
Далее с помощью неразрушающих методов контроля (метод отрыва со скалыванием) [4] была определена фактическая прочность бетона плит перекрытия, которая составила 31,8 МПа, что свидетельствует о том, что фактический класс по прочности не ниже В25.

В ходе визуального обследования и анализа проектной/исполнительной документации было выделено 3 типа плит перекрытий. А в ходе вскрытий железобетонных плит перекрытий (рис. 1) были определены фактические диаметры арматурных стержней и их расположение.



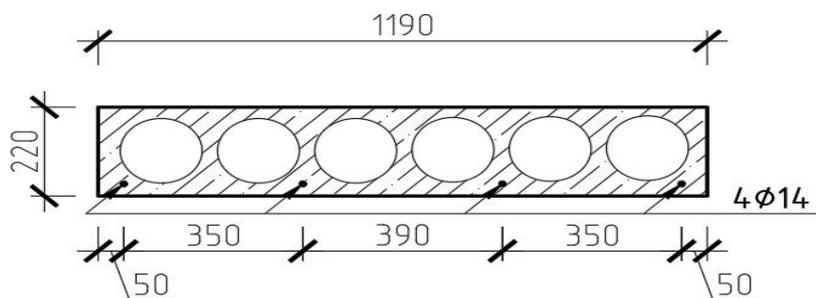
Рис. 1. Вид места определения армирования плит перекрытия

Первый тип плит. Железобетонные многопустотные плиты высотой 220 мм и сечением в плане 7,2×1,2 м, армированы 4-мя стержнями периодического профиля Ø18 мм. Согласно серии, допустимая расчётная нагрузка на плиту с учетом собственного веса изделия, составляет 1015 кг/м<sup>2</sup>. Расположение арматуры для первого типа плит представлено на рисунке 2.



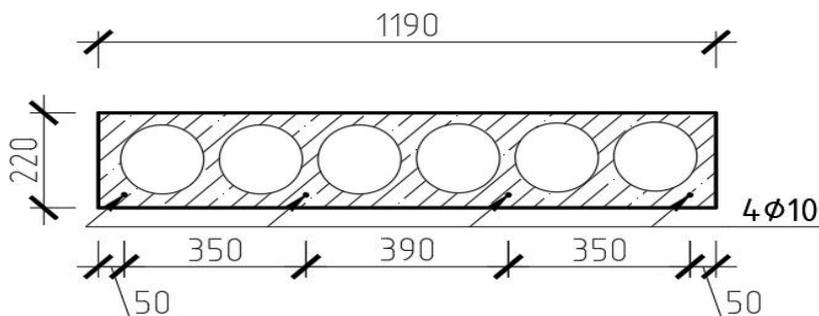
**Рис. 2. Чертёж ж/б плиты 220х7,2х1,2**

Второй тип плит. Железобетонные многопустотные плиты высотой 220 мм и сечением в плане 6,4×1,2 м, армированы 4-мя стержнями периодического профиля Ø14 мм. Согласно серии, допустимая расчётная нагрузка на плиту с учетом собственного веса изделия, составляет 1075 кг/м<sup>2</sup>. Расположение арматуры для второго типа плит представлено на рисунке 3.



**Рис. 3. Чертёж ж/б плиты 220х6,4х1,2**

Третий тип плит. Железобетонные многопустотные плиты высотой 220 мм и сечением в плане 3,2×1,2 м, армированы 4-мя стержнями периодического профиля Ø10 мм. Согласно серии, допустимая расчётная нагрузка на плиту с учетом собственного веса изделия, составляет 1070 кг/м<sup>2</sup>. Расположение арматуры для третьего типа плит представлено на рисунке 4.



**Рис. 4. Чертёж ж/б плиты 220х3,2х1,2**

Нормативные значения нагрузки на плиты перекрытия были собраны и рассчитаны по СП 20.13330.2016[5]. Они составили 400 кг/м<sup>2</sup>. Таким образом, можно сделать вывод, что несущая способность плит перекрытия достаточна для восприятия действующих нагрузок.

По результатам определения карбонизации бетона в плитах перекрытий здания, была установлена глубина карбонизации защитного слоя конструкций, она составила 5-9 мм при защитном слое от 1 до 15 мм. Значения карбонизации бетона в локальных местах превышают толщину защитного слоя арматуры. Таким образом, локально бетон теряет способность надежно защищать арматуру от коррозии и в присутствии кислорода (окислителя) и влаги из воздуха арматурные стержни подвергаются коррозионному разрушению.

В ходе обследования производилось определение прогибов железобетонных плит перекрытий. Для измерения были выбраны плиты, имеющие визуальные признаки деформаций (прогибов). Было выявлено, что значения прогибов плит перекрытий не превышают 15 мм и допустимые значения. В результате обработки полученных данных было определено: значения прогибов железобетонных плит перекрытия соответствуют требованиям нормативных документов [5].

В результате визуального осмотра выявлены следующие дефекты и повреждения конструкций перекрытий.

1. Следы замочания, подтеки влаги, отслоение отделочного слоя (рис. 5).



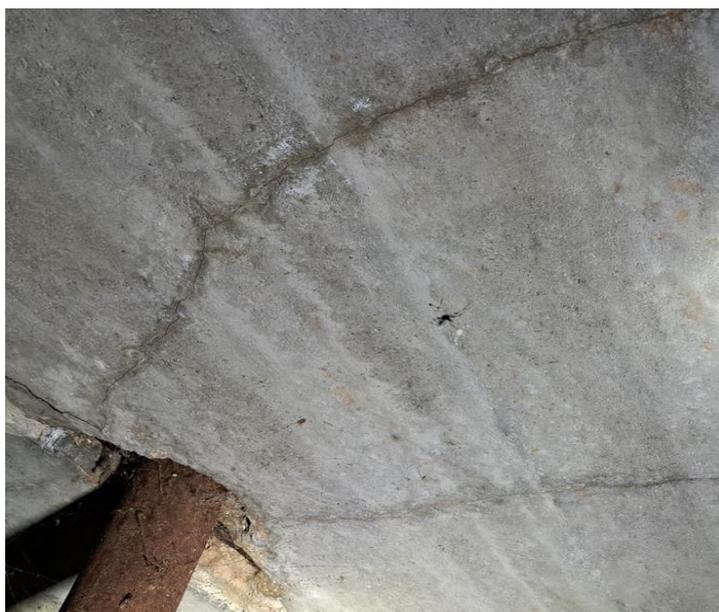
**Рис. 5. Вид места замочания плит перекрытия**

2. Отверстия железобетонных плит перекрытия в местах прокладки инженерных сетей, оголение и коррозия арматурных стержней (рис. 6).



**Рис. 6. Вид отверстия в железобетонных плитах перекрытия и ржавления арматуры**

3. Трещины шириной раскрытия более 0,3 мм в плитах перекрытия подвала (вероятной причиной возникновения может быть уменьшение сечения рабочей арматуры конструкции в результате устройства непроектных отверстий) (рис. 7).



**Рис. 7. Вид трещин в железобетонных плитах перекрытия подвала**

4. Разрушение защитного слоя бетона, оголение арматурных стержней плит перекрытия в местах вскрытий/определения армирования конструкций.

Совокупная оценка результатов обследования несущих железобетонных плит перекрытия позволяет выявить классификационный признак (В) ГОСТ 31937-2024 [6], что характерно для ограниченно работоспособной категории технического состояния.

Физический износ перекрытия в соответствии с ВСН 53-86(р) [7] оценивается – до 30 %. Совокупная оценка результатов обследования конструкций полов здания позволяет определить общее состояние как работоспособное.

Для дальнейшей безопасной эксплуатации здания рекомендуется проведение следующих мероприятий:

- рекомендуется проведение мероприятий по заделке трещин и стыков плит перекрытия ремонтным составом;
- восстановление поврежденных плит перекрытия с разрушенным защитным слоем бетона и коррозией арматурных стержней;
- произвести зачистку мест протечек и замокания плит перекрытия с последующим восстановлением отделочного покрытия;
- мероприятия по усилению плит перекрытия подвала, имеющие трещины шириной раскрытия более 0,3 мм.

В целях повышения прочности и трещиностойкости плит перекрытия можно рекомендовать применения дисперсного армирования в дополнение к стержневому. Экспериментальные исследования в этом направлении регулярно ведутся [8].

### Список литературы

1. Классификатор объектов капитального строительства по их назначению и функционально-технологическим особенностям (для целей архитектурно-строительного проектирования и ведения единого государственного реестра заключений экспертизы проектной документации объектов капитального строительства) [Текст]: приказ Мин-ва строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 2 ноября 2022 года N 928/пр.//Собрание законодательства Российской Федерации – 2004 г. – 20 февраля. – 90 с.
2. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации: Постановление Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 г. № 1479: [с изменениями и дополнениями] // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2020. – № 39. – Ст. 6056. – Доступ из справочно-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.
3. ГОСТ 27216-87 Изделия заводского изготовления. Часть 10. Панели перекрытий шириной 1190 мм для общественных зданий. - Введ. 1988-01-01. - Москва: Издательство стандартов, 1987. - 12 с.
4. ГОСТ 22690-2015. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. – Введ. 2016-04-01. – М.: Стандартиформ, 2016. – 20 с.
5. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* / Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. - Москва: Стандартиформ, 2016. - 120 с.
6. ГОСТ 31937-2024. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – Введ. 2024-09-01. – Москва: Стандартиформ, 2024. – 79 с.
7. ВСН 53-86(р). Технические условия на проектирование и монтаж систем автоматизации / Министерство строительства Российской Федерации. - Москва: [издательство], 1986. - 48 с.
8. Николенко, С. Д. Планирование экспериментальных исследований конструкций с дисперсным армированием / С. Д. Николенко, А. Н. Ткаченко, В. Н. Старцев // Инженерные системы и сооружения. 2025. - № 1 (59). - С. 81-90.

### List of references

1. Classifier of capital construction facilities according to their purpose and functional and technological features (for the purposes of architectural and construction design and maintenance of the unified state register of expert opinions on design documentation of capital construction facilities) [Text]: Order of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation dated November 2, 2022 No. 928/pr.//Collection of Legislation of the Russian Federation – 2004 – February 20. – 90 p .

2. On approval of the Rules of fire protection in the Russian Federation: Decree of the Government of the Russian Federation dated September 16, 2020 No. 1479: [with amendments and additions] // Collection of Legislation of the Russian Federation. – 2020. – No. 39. – Article 6056. – Access from the ConsultantPlus legal reference system. – Text: electronic.

3. GOST 27216-87 Factory-made products. Part 10. Floor panels 1190 mm wide for public buildings. - Introduction. 1988-01-01. - Moscow: Publishing House of Standards, 1987. - 12 p.

4. GOST 22690-2015. Concretes. Determination of strength by mechanical methods of non-destructive testing. – Introduction. 2016-04-01. Moscow: Standartinform, 2016. 20 p.

5. SP 20.13330.2016 Loads and impacts. Updated version of the SNiP 2.01.07-85\* / Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation. Moscow: Standartinform, 2016. 120 p.

6. GOST 31937-2024. Buildings and structures. Rules for inspection and monitoring of technical condition. – Introduction. 2024-09-01. – Moscow: Standartinform, 2024. – 79 p.

7. VSN 53-86(r). Technical specifications for the design and installation of automation systems / Ministry of Construction of the Russian Federation. Moscow: [publishing house], 1986. 48 p

8. Nikolenko, S. D. Planning experimental studies of structures with dispersed reinforcement / S. D. Nikolenko, A. N. Tkachenko, V. N. Startsev // Engineering systems and structures. 2025. - № 1 (59). - Pp. 81-90.

УДК 69.07

## АНАЛИЗ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ МОСТА

С. Д. Николенко, И. И. Топоркова

---

**Николенко Сергей Дмитриевич**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности, E-mail: nikolenkoppb1@yandex.ru

**Топоркова Ирина Игоревна**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мКНС-231, E-mail: grantich@inbox.ru

---

**Аннотация:** в современных условиях интенсивного развития транспортной инфраструктуры, анализ грузоподъемности мостов становится особенно актуальным. Грузоподъемность моста определяет его способность безопасно и эффективно выдерживать нагрузки от транспортных средств, что напрямую влияет на безопасность дорожного движения и долговечность конструкции.

Правильное определение грузоподъемности позволяет предотвратить аварийные ситуации, связанные с перегрузкой, и обеспечивает оптимальное использование мостовых сооружений. Это также важно для планирования и проектирования новых объектов, а также для оценки состояния существующих мостов, что способствует их своевременному ремонту и модернизации.

Таким образом, анализ грузоподъемности мостов является ключевым аспектом в обеспечении надежности и безопасности транспортной сети, что делает данное исследование необходимым для инженеров, проектировщиков и государственных органов, ответственных за инфраструктуру.

**Ключевые слова:** мосты железобетонные, бетонные балки, определение грузоподъемности, расчет поверочный, строительство.

## ANALYSIS OF DETERMINING THE LOAD CAPACITY OF A BRIDGE

S. D. Nikolenko, I. I. Toporkova

---

**Nikolenko Sergey Dmitrievich**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technosphere and Fire Safety, E-mail: nikolenkoppb1@yandex.ru

**Toporkova Irina Igorevna**, Voronezh State Technical University, Master's student of the group mKNS-231, E-mail: grantich@inbox.ru

---

**Abstract:** in the modern conditions of intensive development of transport infrastructure, the analysis of the load-bearing capacity of bridges becomes especially relevant. The load-bearing capacity of a bridge determines its ability to safely and effectively withstand loads from vehicles, which directly affects road safety and the durability of the structure.

Correct determination of the load-bearing capacity helps prevent emergency situations associated with overloading and ensures optimal use of bridge structures. It is also important for planning and designing new facilities, as well as for assessing the condition of existing bridges, which contributes to their timely repair and modernization.

Thus, the analysis of the load-bearing capacity of bridges is a key aspect in ensuring the reliability and safety of the transport network, which makes this study necessary for engineers, designers and government agencies responsible for infrastructure.

**Keywords:** reinforced concrete bridges, concrete beams, load capacity determination, calibration calculation, construction.

Транспортные сооружения являются важнейшим элементом инфраструктуры нашей страны. Они оказывают влияния на все стороны жизни, в том числе и экологию [1]. К числу основных транспортных сооружений относят мосты для автомобильного и железнодорожного транспорта. В нашей стране, в связи с развитием железнодорожного и позднее автомобильного транспорта было построено множество мостовых сооружений через крупнейшие реки (например, Волгу, Иртыш). В настоящее время возраст таких мостов достиг нескольких десятилетий.

В России эксплуатируется более 42 тысяч мостов на автодорогах. Большая часть таких мостов построена в прошлые годы. Мосты стареют, накапливают повреждения и дефекты. Мосты постепенно перестают удовлетворять предъявляемым к ним требованиям по безопасности [2] и грузоподъемности. В связи с этим необходимо регулярно проводить обследования таких мостов и в определенных случаях проводить поверочные расчеты [3,4]. В работе приведен поверочный расчет железобетонного моста через реку Подгорная в Калачеевском районе Воронежской области. Данный мост является важным транспортным узлом, обеспечивающим связь между различными населёнными пунктами и регионами. Его грузоподъемность играет ключевую роль в обеспечении безопасного и эффективного движения транспортных средств, особенно грузового транспорта, который может оказывать значительное влияние на состояние мостовой конструкции.

Определение грузоподъемности моста в этом районе необходимо по нескольким причинам:

1. **Безопасность.** Правильная оценка грузоподъемности позволяет предотвратить перегрузку моста, что может привести к его повреждению или даже обрушению, создавая опасные ситуации для пользователей.

2. **Долговечность.** Регулярная оценка грузоподъемности помогает выявить потенциальные проблемы и проводить своевременные ремонты, что увеличивает срок службы моста.

3. **Планирование и развитие.** Знание грузоподъемности моста необходимо для планирования транспортных потоков и разработки инфраструктурных проектов, что способствует экономическому развитию региона.

**Соответствие нормативам:** Определение грузоподъемности моста необходимо для соблюдения строительных норм и правил, что обеспечивает соответствие конструкции современным требованиям безопасности.

Грузоподъемность пролётных строений путепровода, выполненных из балок с предварительно напрягаемой арматурой, определялась по второй группе предельных состояний – трещиностойкости. Расчёт выполнялся на нормативные нагрузки, в качестве критерия при оценке трещиностойкости балок пролётного строения принята предельная ширина раскрытия трещин в наиболее нагруженной балке.

Определение усилий проводилось от временных эталонных нагрузок, эквивалентных нормативным схемам А11 и НК-80 в соответствии со СНиП 2.05.03-84\*. Временные нагрузки устанавливались на пролётном строении таким образом, чтобы вызвать в расчётных сечениях наибольшие изгибающие моменты.

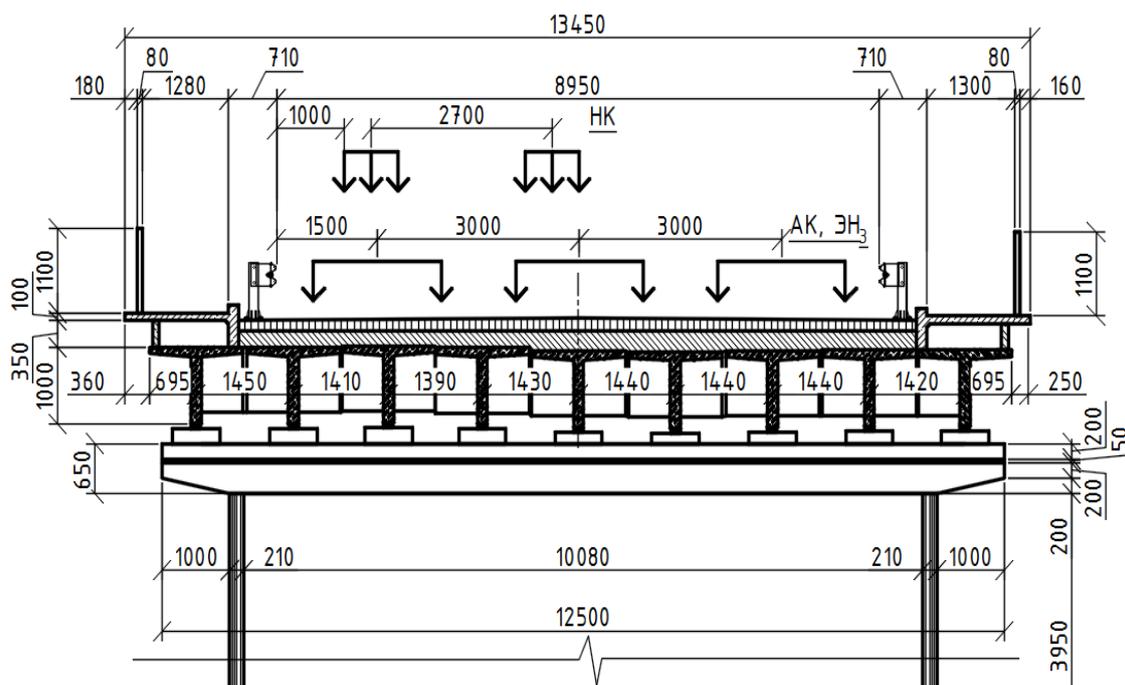
Пролётное строение состоит из 9-и тавровых балок с диафрагмами полной длиной 16,76 м (расчетный пролет 16,2 м), высотой 1,0 м, выполненных по типовому проекту Выпуск 56. Мост находится на автодороге IV т.к. Габарит Г-8,98+1,28+1,30 с тротуарами

повышенного типа. Средние толщины накладной плиты 25 см и покрытия 14 см, а также шаг балок в поперечном направлении приняты на основании данных обследования.

Основные дефекты пролетного строения, оказывающие наибольшее влияние на грузоподъемность моста: разрушение ребер крайних балок; изменение диаметра рабочей арматуры в результате активной коррозии.

Вывод по результатам расчета грузоподъемности пролетного строения моста: пролетное строение не способно пропускать нагрузки А11, Н11 по СП 35.13330.2011 с изменением №1,2,3 и эталонную 3-осную нагрузку с разрешенной максимальной массой 30 т по ОДМ 218.4.025-2016. Максимально допустимая масса эталонного грузовика 12,1 т.

Поперечное сечение пролетного строения показано на рисунке 1.



**Рис. 1. Поперечное сечение пролетного строения**

Выполнен расчет грузоподъемности пролетного строения в соответствии с ОДМ 218.4.025-2016, ОДМ 218.4.026-2016 на нагрузки А11, Н11 по СП 35.13330.2011 с изменениями №1,2,3 и эталонную 3-осную автомобильную нагрузку ЭНз согласно схеме на рис.4.1.1, в) ОДМ 218.4.025-2016.

Предельно допустимые усилия в балках без дефектов принимаются по ОДМ 218.4.026-2016 [3] для балок длиной 16,76 м:

$$M_{\text{пред}} = 148,7 \text{ т*м}$$

$$Q_{\text{пред}} = 32,98 \text{ т.}$$

Предельно допустимые усилия для балок с дефектами приняты по расчету СП 35.13330.2011 с изменениями №1,2,3.

Коэффициенты надежности и полосности к подвижным нагрузкам согласно СП 35.13330.2011 с изменением №1,2,3 приняты:

- $\gamma_f = 1,5$  – для тележек АК и эталонной нагрузки ЭНз;
- $\gamma_f = 1,25$  – для равномерно-распределенной части нагрузки АК;
- $\gamma_f = 1,1$  – для нагрузки НК. Коэффициенты полосности приняты:
- 1,0 – для первой полосы движения АК (для тележек и равномерно-распределенной части) и эталонной нагрузки ЭНз;
- 0,6 – для второй полосы движения АК (для тележек и равномерно-распределенной части) и эталонной нагрузки ЭНз;

- 0,3 – для остальных полос движения АК (для тележек и равномерно-распределенной части) и эталонной нагрузки ЭНз;

Покрытия проезжей части в удовлетворительном состоянии, динамические коэффициенты к подвижным нагрузкам приняты согласно СП 35.13330.2011 с изменением №1,2,3:

- $1+\mu=1,3$  – для тележек автомобильной нагрузки АК и ЭНз;
- $1+\mu=1,0$  – для равномерно-распределенной части нагрузки АК;  
 $1+\mu=1,0$  – для автомобильной нагрузки НК.

Определение несущей способности балок Б1, Б9 по СП 35.13330.2011 с изменениями №1,2,3. В расчете учтено разрушение защитного слоя бетона и изменение диаметра стержней рабочей арматуры в результате коррозии. Расчет железобетонных изгибаемых элементов условий показан в таблице 1.

Таблица 1

## Расчет ж/б изгибаемых элементов (балки Б1, Б9)

Геометрические параметры сечения:		Армирование:	
Сечение:	тавровое	Растянутая зона:	
h [см]	95,0	d [мм]	26
b'f [см]	140,0	n [шт]	8
h'f [см]	10,0	as [см]	6,4
b [см]	15,0	As [см <sup>2</sup> ]	42,453
ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕТОНА:		СЖАТАЯ ЗОНА:	
Класс: В	22,5	d [мм]	32
Rb [МПа]	11,75	n [шт]	2
Eb[Мпа]	28500	as' [см]	5,5
ХАРАКТЕРИСТИКИ АРМАТУРЫ:		As' [см <sup>2</sup> ]	16,077
Rs [МПа]	265	X [см]	4,17
Rcs [МПа]	265	УСИЛИЯ:	
Es[Мпа]	210000	M <sup>1</sup> [тс*м]	95,87

Для того, чтобы определить интенсивность постоянных нагрузок и усилий от них в балках ПС составлена таблица 2.

Таблица 2

## Определение интенсивности постоянных нагрузок и усилий

N п/п	Наименование нагрузки	Данные для расчета интенсивности		Б1	Б2	Б3	Б4	Б5	Б6	Б7	Б8	Б9		
		К.Коэфф. надёжн.	Параметры											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	Собственный вес балки	1,1	Норм.интенс.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
			Расч.интенс.	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	
2	Тротуарный блок	1,1	Норм.интенс.	0,51								0,51		
			Расч.интенс.	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	
3	Ограждение безопасности	1,05	Норм.интенс.		0,15							0,15		
			Расч.интенс.	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	
4	Перильное ограждение	1,05	Норм.интенс.	0,04								0,04		
			Расч.интенс.	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	
5	Накладная плита	1,1	Ширина		1,44	1,40	1,41	1,43	1,44	1,44	1,44	1,43		
			Толщина		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
			Объемн. вес		2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	
			Норм.интенс.		0,90	0,87	0,88	0,89	0,90	0,90	0,90	0,90	0,89	
			Расч.интенс.		0,99	0,96	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	
6	Покрытие	1,2	Ширина	1,42	1,44	1,40	1,41	1,43	1,44	1,44	1,44	1,43	1,41	
			Толщина	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
			Объемн. вес	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
			Норм.интенс.	0,48	0,48	0,47	0,47	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,47
			Расч.интенс.	0,58	0,58	0,56	0,56	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,56
Расчетный пролет 16,2 м														
Расчетный момент в середине				71,2	74,4	77,4	79,4	80,4	79,7	77,7	74,7	71,6		
Расчетная опорная реакция				16,3	17,7	18,4	18,9	19,1	19,0	18,6	17,8	16,4		

Расчет усилий в балках от постоянных и временных подвижных нагрузок проведен в ПК ЛИРА-САПР в пространственной конечно-элементной модели. Классы грузоподъемности определены согласно п. 4.1.5 и 4.2.2 ОДМ 218.4.025-2016. Масса 3-осного эталонного грузовика – 30 т. Расчет действующих, допустимых усилий и классов грузоподъемности по изгибающему моменту в середине пролета показан в таблице 3.

Таблица 3

**Расчет действующих, допустимых усилий и классов грузоподъемности по изгибающему моменту в середине пролета**

<b>Предельно допустимые и действующие усилия. Классы грузоподъемности</b>	<b>Б1</b>	<b>Б2</b>	<b>Б3</b>	<b>Б4</b>	<b>Б5</b>	<b>Б6</b>	<b>Б7</b>	<b>Б8</b>	<b>Б9</b>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Предельный изгибающий момент $M_{пред}$	95,9	148,7	148,7	148,7	148,7	148,7	148,7	148,7	95,9
Момент от постоянных нагрузок $M_{пост}$	71,2	74,4	77,4	79,4	80,4	79,7	77,7	74,7	71,6
Момент от пешеходной нагрузки $M_{пеш}$	8,3	5,6	3,3	1,7	1,1	1,7	3,3	5,6	8,3
Допустимый момент $M_{врем} = M_{пред} - M_{пост} - M_{пеш}$ (для нагрузки АК и ЭНз)	16,4	68,7	68,0	67,6	67,2	67,3	67,7	68,4	16,0
Допустимый момент $M_{врем} = M_{пред} - M_{пост}$ (для нагрузки НК)	24,7	74,3	71,3	69,3	68,3	69,0	71,0	74,0	24,3
Действующий момент от нагрузки А11, Мн(АК) СЛЕВА	43,5	54,1	62,3	60,9	56,5	46,9	36	23,2	11
Действующий момент от нагрузки Н11, Мн(НК) СЛЕВА	44	54,2	58	55,2	45,8	30,9	17,4	6,2	-3,4
Действующий момент от нагрузки ЭНз, Мн(ЭНз) СЛЕВА	34,8	51,7	64,2	73	77	77,9	69,7	56,7	39,6
Класс грузоподъемности по моменту К(АК)	4,1	14,0	12,0	12,2	13,1	15,8	20,7	32,4	16,0
Класс грузоподъемности по моменту К(НК)	6,2	15,1	13,5	13,8	16,4	24,6	44,9	131,3	-78,5
Класс грузоподъемности по моменту К(ЭН)	14,1	39,9	31,8	27,8	26,2	25,9	29,1	36,2	12,1

Ниже представлена таблица 4, содержащая расчетные значения действующих и допустимых поперечных усилий, а также соответствующие классы грузоподъемности в приопорной зоне. Таблица предназначена для оценки прочности и надежности опорных конструкций в условиях эксплуатации, а также для определения их соответствия нормативным требованиям и проектным стандартам.

Таблица 4

**Расчет действующих, допустимых усилий и классов грузоподъемности по поперечной силе в приопорной зоне**

<b>Предельно допустимые и действующие усилия</b>	<b>Б1</b>	<b>Б2</b>	<b>Б3</b>	<b>Б4</b>	<b>Б5</b>	<b>Б6</b>	<b>Б7</b>	<b>Б8</b>	<b>Б9</b>
<b>Классы грузоподъемности</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
Предельная поперечная сила $Q_{пред}$	32,98	32,98	32,98	32,98	32,98	32,98	32,98	32,98	32,98
Поперечная сила от постоянных нагрузок $Q_{пост}$	16,3	17,7	18,4	18,9	19,1	19	18,6	17,8	16,4
Поперечная сила от пешеходной нагрузки $Q_{пеш}$	2,38	1,13	0,59	0,29	0,2	0,29	0,59	1,14	2,37
Допустимая поперечная сила $Q_{врем} = Q_{пред} - Q_{пост} - Q_{пеш}$ (для нагрузки АК и ЭНз)	14,3	14,2	14,0	13,8	13,7	13,7	13,8	14,0	14,2
Допустимая поперечная сила $Q_{врем} = Q_{пред} - Q_{пост}$ (для нагрузки НК)	16,7	15,3	14,6	14,1	13,9	14,0	14,4	15,2	16,6
Действующая поперечная сила от нагрузки АК, $Q_n(АК)$	3,25	9,86	9,67	12,1	7,48	7,89	4,29	3,4	0,72
Действующая поперечная сила от нагрузки НК, $Q_n(НК)$	3,68	11,7	13,8	13,9	10,5	3,34	1,27	0,275	0,1
Действующая поперечная сила от нагрузки ЭНз, $Q_n(ЭНз)$	2,9	10,2	10,6	15,5	12	15,7	10,9	9,93	2,82
Класс грузоподъемности по поперечной силе $K(АК)$	48,4	15,8	15,9	12,5	20,1	19,1	35,4	45,4	217,1
Класс грузоподъемности по поперечной силе $K(НК)$	49,9	14,4	11,6	11,1	14,5	46,0	124,6	607,2	1823,8
Класс грузоподъемности по поперечной силе $K(ЭН)$	147,9	41,6	39,6	26,7	34,2	26,2	38,0	42,4	151,2

Приведем результаты расчета грузоподъемности опорной конструкции, включая вычисленные значения действующих усилий, допустимых нагрузок и соответствующих классов грузоподъемности в таблице 5.

## Результаты расчета грузоподъемности

Минимальный класс грузоподъемности К(АК)	По М	4,1
	По Q	12,5
	Принятый	<b>4,1</b>
Минимальный класс грузоподъемности К(НК)	По М	6,2
	По Q	11,1
	Принятый	<b>6,2</b>
Минимальный класс грузоподъемности К(ЭН)	По М	12,1
	По Q	26,2
	Принятый	<b>12,1</b>
Параметры эталонного грузовика ЭНз	РММ	12,1
	Нагрузка на ось	4,6

Так как мосты испытывают знакопеременную нагрузку можно рекомендовать для строительства и ремонта применять фибробетон [11], что позволит повысить прочность и трещиностойкость мостовых пролетов.

## Список литературы

1. Николенко, С. Д. Влияние параметров автомобильных дорог на экологическую безопасность / С. Д. Николенко // Научно-методическое обеспечение создания военной инфраструктуры вооруженных сил Российской Федерации. – Москва, 2009. – С. 229-236.
2. Федеральный закон от 30.12.2009 N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/) (дата обращения: 14.03.2025).
3. Саламахин, П. М. Теоретические основы расчета мостов на выносливость с использованием кинетической теории долговечности конструкционных материалов / П. М. Саламахин, Е. А. Луговцев // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2021. – Т. 17. – № 3. – С. 219-227. – DOI: 10.22363/1815-5235-2021-17-3-219-227.
4. Кадисов, Г. М. Конечно-элементное моделирование динамики мостов при воздействии подвижной нагрузки / Г. М. Кадисов, В. В. Чернышов // Инженерно-строительный журнал. – 2013. – № 9. – С. 56–63.
5. СНИП 2.05.03-84\*. Актуализированная редакция «Мосты и трубы» (утв. Приказом Минрегиона РФ от 28.12.2010 N 822).
6. ОДМ 218.4.025-2016. Отраслевой дорожный методический документ. Рекомендации по определению грузоподъемности эксплуатируемых мостовых сооружений на автомобильных дорогах общего пользования. Общая часть (издан на основании распоряжения Федерального дорожного агентства Министерства транспорта Российской Федерации от 09.11.2016 № 2322-р.).
7. СП 35.13330.2011. «Мосты и трубы» (утв. приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 28 декабря 2010 г. N 822 и введен в действие с 20 мая 2011 г.).
8. Виноградский, Д. Ю. Эксплуатация и долговечность автомобильных мостов / Д. Ю. Виноградский и др. – Киев : Будивельник, 1985.
9. Инструкция по диагностике мостовых сооружений на автомобильных дорогах. – М. : РосдорНИИ, 1996.
10. Требования к техническому отчету о проверке и испытаниях мостовой конструкции на дороге. – М. : ФАДС, 1996.

11. Николенко, С. Д. Экспериментальное исследование работы фибробетонных конструкций при знакопеременном малоцикловом нагружении / С. Д. Николенко, Г. Н. Ставров // Известия высших учебных заведений. Строительство и архитектура. – 1986. – № 1. – С. 18-22.

### List of references

1. Nikolenko, S. D. The influence of road parameters on environmental safety / S. D. Nikolenko // Scientific and methodological support for the creation of military infrastructure of the armed forces of the Russian Federation. Moscow, 2009. pp. 229-236.

2. Federal Law No. 384-FZ of 12/30/2009 "Technical Regulations on the safety of buildings and structures" [Electronic resource]. – Access mode: URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/) (date of access: 03/14/2025).

3. Salamakhin, P.M. Theoretical foundations of calculating bridges for endurance using the kinetic theory of durability of structural materials / P.M. Salamakhin, E. A. Lugovtsev // Construction mechanics of engineering structures and structures. – 2021. – Vol. 17. – No. 3. – pp. 219-227. – DOI: 10.22363/1815-5235-2021-17-3-219-227.

4. Kadisov, G. M. Finite element modeling of bridge dynamics under the influence of a moving load / G. M. Kadisov, V. V. Chernyshov // Civil Engineering Journal, 2013, No. 9, pp. 56-63.

5. SNiP 2.05.03-84\*. Updated edition of "Bridges and Pipes" (approved by Order of the Ministry of Regional Development of the Russian Federation dated December 28, 2010 N 822).

6. ODM 218.4.025-2016. Industry road guidance document. Recommendations for determining the load capacity of operated bridge structures on public roads. General part (issued on the basis of the order of the Federal Road Agency of the Ministry of Transport of the Russian Federation dated 09.11.2016 No. 2322-R.).

7. SP 35.13330.2011. "Bridges and Pipes" (approved by order of the Ministry of Regional Development of the Russian Federation (Ministry of Regional Development of Russia) dated December 28, 2010, No. 822 and entered into force on May 20, 2011).

8. Vinogradsky, D. Y. Operation and durability of automobile bridges / D. Y. Vinogradsky et al. – Kiev : Budivelnik, 1985.

9. Instructions for the diagnosis of bridge structures on highways. – M. : RosdorNII, 1996.

10. Requirements for the technical report on the inspection and testing of bridge structures on the road. Moscow: FADS, 1996.

11. Nikolenko, S. D. Experimental study of the work of fiber-reinforced concrete structures under alternating low-cycle loading / S. D. Nikolenko, G. N. Stavrov // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Construction and architecture. - 1986. – No. 1. – pp. 18-22.

УДК 658.5: 624

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

А. Ю. Сергеева, И. И. Найчук, Р. Ю. Мясищев, Ю. Д. Сергеев

---

**Сергеева Алла Юрьевна**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: 933947@mail.ru

**Найчук Иван Игоревич**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мСЭН-232, E-mail: nauchuk02@mail.ru

**Мясищев Руслан Юрьевич**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: 910371@mail.ru

**Сергеев Юрий Дмитриевич**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: stroiekspertiza@yandex.ru

---

**Аннотация:** в данной работе анализируются использование BIM-моделей при проведении строительно-технических экспертиз. В статье обстоятельно анализируются методы и подходы, используемые судебно-строительными экспертами для оценки влияния новых строительных проектов на соседние здания при помощи использования BIM-технологий. Обсуждаются правовые аспекты ответственности за ущерб и процедуры возмещения убытков. Так как при BIM-технологиях возможно точное моделирование взаимодействия нового строящегося объекта с окружающими зданиями, то это дает возможность исследовать, какое влияние возведение зданий в условиях плотной городской застройки производит на соседние стройобъекты. В статье также обсуждается, как цифровые технологии, такие как BIM-моделирование, могут быть использованы для прогнозирования и предотвращения потенциального ущерба. Особое внимание уделяется вопросам экологической безопасности и устойчивости в контексте активного строительства. Приводятся положительные моменты использования BIM-технологий. Использование BIM-технологий обеспечивает создание сценариев, демонстрирующих возникновение трещин, просадку фундамента и другие дефекты стройобъекта.

**Ключевые слова:** строительно-техническая экспертиза, BIM-технологии, несущие конструкции, аварийное состояние, деформация, надежность.

## THE USE OF BIM TECHNOLOGIES DURING CONSTRUCTION AND TECHNICAL EXPERTISE

A. Yu. Sergeeva, I. I. Naichuk, R. Yu. Myasishchev, Yu. D. Sergeev

---

**Sergeeva Alla Yurievna**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, Construction Organization, Expertise and Real Estate Management, E-mail: 933947@mail.ru

**Naichuk Ivan Igorevich**, Voronezh State Technical University, Master's student of the group mSEN-232, E-mail: naychuk02@mail.ru

**Myasishchev Ruslan Yurievich**, Voronezh State Technical University, candidate of technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, Construction Management, Expertise and Property Management, E-mail: 910371@mail.ru

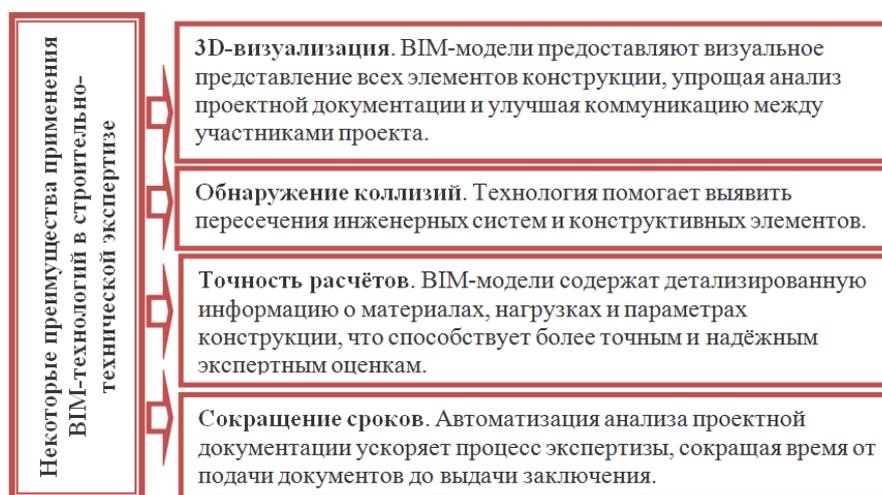
**Sergeev Yuri Dmitrievich**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Technology, Organization of Construction, Expertise and Real Estate Management, E-mail: stroiekspertiza@yandex.ru

**Annotation:** this paper analyzes the use of BIM models during construction and technical expertise. The article thoroughly analyzes the methods and approaches used by forensic construction experts to assess the impact of new construction projects on neighboring buildings using BIM technologies. The legal aspects of liability for damages and compensation procedures are discussed. Since BIM technologies can accurately simulate the interaction of a new facility under construction with surrounding buildings, this makes it possible to explore the impact that the construction of buildings in dense urban areas has on neighboring construction sites. The article also discusses how digital technologies such as BIM modeling can be used to predict and prevent potential damage. Special attention is paid to the issues of environmental safety and sustainability in the context of active construction. The positive aspects of using BIM technologies are given. The use of BIM technologies ensures the creation of scenarios that demonstrate the occurrence of cracks, foundation subsidence and other defects in the construction site.

**Key words:** construction and technical expertise, BIM technologies, load-bearing structures, emergency condition, deformation, reliability.

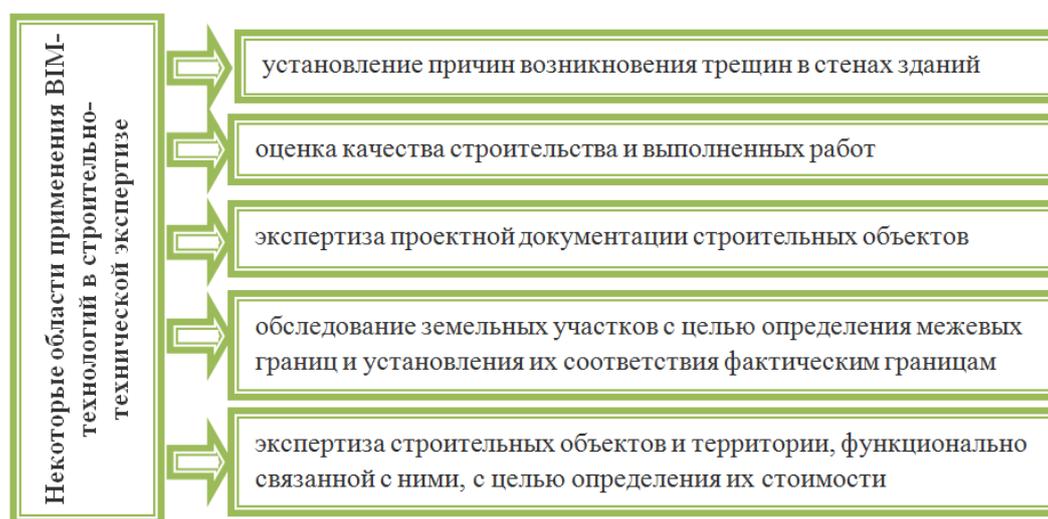
В условиях активной урбанизации и высокой плотности городской застройки строительство новых объектов часто сопряжено с рисками для существующих зданий и сооружений [1, 2]. Одним из новейших инструментов снижения этих рисков является технология информационного моделирования зданий (BIM, Building Information Modelling) BIM-моделирование – это процесс создания и управления цифровой моделью объекта, включающий всю необходимую информацию о его конструктивных, инженерных и эксплуатационных характеристиках.

BIM-технологии стали важнейшим компонентом современной строительно-технической экспертизы (рис. 1).



**Рис. 1. Положительные моменты применения BIM-технологий**

ВМ-моделирование может использоваться для точного моделирования взаимодействия нового строящегося объекта с окружающими зданиями. Это дает возможность исследовать, какое влияние возведение зданий в условиях плотной городской застройки производит на соседние стройобъекты [3, 4]. К примеру, имеет ли место деформация фундаментов, стен и т.п. Воспользовавшись ВМ-моделью, несложно провести анализ нагрузок, возникающих при осуществлении строительства, и произвести технические расчеты. Для плотной городской застройки это очень актуально ввиду того, что даже малосущественные изменения могут иметь многозначные последствия [5, 6]. Исключительное преимущество ВМ-технологий - прогнозируемый успех в визуализации потенциальных рисков. Использование ВМ - технологий обеспечивает создание сценариев, демонстрирующих возникновение трещин, просадку фундамента и другие дефекты стройобъекта. Это приносит пользу строительным компаниям в возможности заранее выявлять уязвимые места и принимать меры по их аннулированию. Плюс ко всему ВМ-модели могут быть объединены с механизмами мониторинга строительства онлайн, например, с датчиками деформаций стройконструкций. Это позволяет оперативно отслеживать изменения в состоянии здания и своевременно реагировать на угрозы (рис. 2) [7, 8].



**Рис. 2. Области применения ВМ-технологий**

ВМ-моделирование становится важным инструментом для обеспечения безопасности и устойчивости зданий в условиях активной урбанизации [9]. Оно не только помогает прогнозировать потенциальные риски, но и позволяет принимать обоснованные решения для предотвращения ущерба. Внедрение ВМ в строительную практику стало ключевым элементом современного строительного процесса, помогая повысить качество проектирования, снизить затраты и минимизировать негативное воздействие на окружающую строительную среду [10].

Агрессивное строительство, связанное с современной урбанизацией, неизбежно оказывает влияние на окружающую среду. Это воздействие несет в себе прямые изменения в экосистеме, но и всенепременно долгосрочные последствия, такие как увеличение выбросов углекислого газа, потребление ресурсов и образование строительных отходов. Ввиду этого при планировании и выполнении строительных проектов особый предмет внимания, который является приоритетным, - экологическая безопасность.

Приоритетным направлением в обеспечении безопасности окружающей среды является убывание разрушительного воздействия строительства на окружающую среду. Это можно достигнуть, используя современные технологии и стройматериалы, которые дадут

возможность минимизировать выброс вредных веществ, уменьшить энергопотребление и величину отходов [11]. BIM-модели содействуют в помощи разрешения вопроса загрязнения окружающей среды путем оптимизации процесса создания строительного проекта и уменьшения воздействия на экосистему (рис. 3).

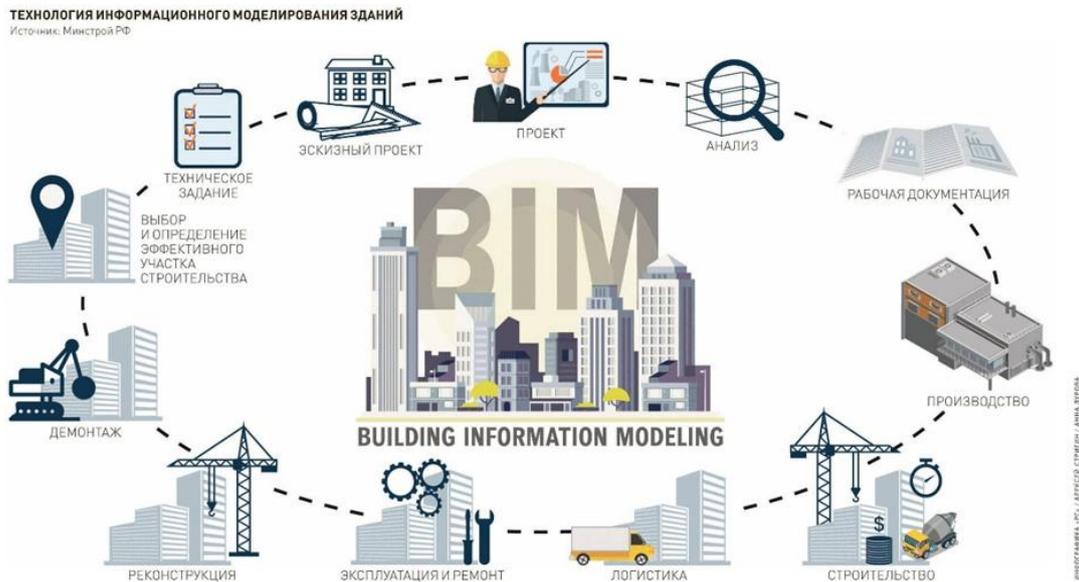


Рис. 3. Этапы применения BIM-моделирования

В условиях активной урбанизации такой подход становится необходимым для создания гармоничной и устойчивой городской среды (рис. 4).



Рис. 4. Концепция экологичного города

Употребление энергоэффективных стройматериалов способствует снижению выброса углекислоты на протяжении всего процесса - от начального проектирования объекта до его эксплуатации. Доктрина экостроительства ориентирована на конструирование стройобъектов, минимизирующих воздействие на экосистему и создающие комфортабельные, благоустроенные условия жизни. Для экспертизы таких стройобъектов

применяются экспресс-стандарты LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) и BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method). Данные системы берут в расчет совокупность факторов. Сюда входят потребление экобезопасных материалов, энергетическая эффективность, атмосферные условия, утилизация отходов.

В строительстве возведение новых зданий часто приводит к деформации и повреждению существующих [12]. Ниже приведены типичные примеры, выявленные в ходе строительно-технической экспертизы.

Учитывая всю автоматизацию BIM-технологии не работают всецело автономно и независимо от эксперта. Они не могут заменить его по причине того, что BIM-модель - это лишь комбинация пакета прикладных программ. Важно строго соблюдать нормативные требования и рекомендации, изложенные в проектной документации. Это подразумевает правильный выбор конструктивных решений, соблюдение технологии строительства и контроль качества выполненных работ.

### Список литературы

1. Мищенко, В. Я. Реконструкция жилого района с элементами внедрения энергоэффективности / В. Я. Мищенко, А. С. Чесноков, Д. А. Андреищев, // Строительство и недвижимость. - 2020. - №1(5). - С. 27-31.
2. Мищенко, В. Я. Стохастические алгоритмы в решении многокритериальных задач оптимизации распределения ресурсов при планировании строительно-монтажных работ / В. Я. Мищенко, Д. И. Емельянов, А. А. Тихоненко, Р. В. Старцев // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Сер: Строительство и архитектура. - 2012. - №1. - С. 92-97.
3. Мищенко, В. Я. Прогнозирование темпов износа жилого фонда на основе мониторинга дефектов строительных конструкций / В. Я. Мищенко, П. А. Головинский, Д. А. Драпалюк // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Сер: Строительство и архитектура. - 2009. - №4 - С. 111-117.
4. Мясичев, Ю. В. Прогнозирование строительного производства в системе стратегического планирования / Ю. В. Мясичев, Р. Ю. Мясичев, Ю. Д. Сергеев // Сборник научных статей. Проблемы современных экономических, правовых и естественных наук в России - синтез наук в конкурентной экономике. Реферативный сборник статей по материалам VII Международной научно-практической конференции. - 2018. - С.11-13.
5. Мясичев, Ю. В. Разработка модели мониторинга промышленной и экологической безопасности по объективной оценке состояния нагрузок и несущей способности конструкций / Ю. В. Мясичев, А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Р. Ю. Мясичев // Строительство и недвижимость. - 2018. - №1-1(2). - С. 63-67.
6. Мясичев, Ю. В. Факторы, воздействующие на технико-эксплуатационное состояние строительных конструкций / Ю. В. Мясичев, А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Р. Ю. Мясичев // Строительство и недвижимость. - 2018. - №1-1(2) - С. 67-74.
7. Сергеев, Ю. Д. Оптимизация процесса обследования несущих конструкций предаварийных зданий / Ю. Д. Сергеев, А. Ю. Сергеева, А. В. Мищенко, Ю. В. Мясичев, Р. Ю. Мясичев // ФЭС: Финансы. Экономика. - 2019. - Т. 16. №3. - С. 52-56.
8. Сергеева, А. Ю. Исследование обеспечения долговечности несущих конструкций в процессе эксплуатации / А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Ю. В. Мясичев, Р. Ю. Мясичев, // Строительство и недвижимость. - 2020. - №2(6). - С. 124-129.
9. Сергеева, А. Ю. Оценка близости системы к кризисному состоянию / А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Крупенко С. Е. // Научно-практический журнал Экономика и менеджмент систем управления. - 2014. - №2.1 (12). - С. 215-218.
10. Сергеева, А. Ю. Исследование признаков аварийного состояния несущих конструкций зданий и сооружений / А. Ю. Сергеева, Ю. В. Мясичев, Р. Ю. Мясичев, Ю. Д.

Сергеев // Сборник научных статей по материалам научно-практической конференции Современные тенденции строительства и эксплуатации объектов недвижимости. - 2017. - С. 218-223.

11. Шеина, С. Г. Анализ объективности применение BIM технологий в строительстве / С. Г. Шеина, В. Я. Мищенко, Ю. Д. Сергеев, А. Ю. Сергеева, Р. Ю. Мясищев // Сетевой научный журнал Инженерный вестник дона. - 2024. - №4 (112). - С. 354-367. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2024/9136](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2024/9136).

12. Сергеева, А. Ю. Исследование признаков аварийного состояния несущих конструкций зданий и сооружений / А. Ю. Сергеева, Ю. В. Мясищев, Р. Ю. Мясищев, Ю. Д. Сергеев // Сборник научных статей по материалам научно-практической конференции Современные тенденции строительства и эксплуатации объектов недвижимости. - 2017. - С. 218-223.

### List of references

1. Mishchenko, V. Ya. Reconstruction of a residential area with elements of energy efficiency implementation / V. Ya. Mishchenko, A. S. Chesnokov, D. A. Andreishchev, // Construction and real estate. - 2020. - №1(5). - pp. 27-31.

2. Mishchenko, V. Ya., D. I. Yemelyanov, A. A. Tikhonenko, R. V. Startsev, Stochastic algorithms in solving multi-criteria optimization problems of resource allocation in planning construction and installation works, Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Ser: Construction and Architecture. - 2012. - No. 1. - pp. 92-97.

3. Mishchenko, V. Ya. Forecasting the rate of deterioration of housing based on monitoring defects in building structures / V. Ya. Mishchenko, P. A. Golovinsky, D. A. Drapalyuk // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Ser: Construction and Architecture. - 2009. - No. 4 - pp. 111-117.

4 Myasishchev, Yu. V. Forecasting of construction production in the strategic planning system / Yu. V. Myasishchev, R. Yu. Myasishchev, Yu. D. Sergeev// Collection of scientific articles. The problems of modern economic, legal and natural sciences in Russia are a synthesis of sciences in a competitive economy. Abstract collection of articles based on the materials of the VII International Scientific and Practical Conference. - 2018. - pp.11-13.

5. Myasishchev, Yu. V. Development of a model for monitoring industrial and environmental safety based on an objective assessment of the state of loads and bearing capacity of structures / Yu. V. Myasishchev, A. Y. Sergeeva, Yu. D. Sergeev, R. Y. Myasishchev // Construction and Real estate. - 2018. - №1-1(2). - pp. 63-67.

6. Myasishchev, Yu. V. Factors affecting the technical and operational condition of building structures / Yu. V. Myasishchev, A. Y. Sergeeva, Yu. D. Sergeev, R. Y. Myasishchev // Construction and real estate. - 2018. - №1-1(2) - pp. 67-74.

7. Sergeev, Yu. D. Optimization of the inspection process of load-bearing structures of emergency buildings / Yu. D. Sergeev, A. Yu. Sergeeva, A. V. Mishchenko, Yu. V. Myasishchev, R. Yu. Myasishchev // FES: Finance. Economy. - 2019. - Vol. 16. No. 3. - pp. 52-56.

8. Sergeeva, A. Yu. Investigation of ensuring the durability of load-bearing structures during operation / A. Yu. Sergeeva, Yu. D. Sergeev, Yu. V. Myasishchev, R. Yu. Myasishchev // Construction and Real estate. - 2020. - №2(6). - pp. 124-129.

9. Sergeeva, A. Yu. Assessment of the proximity of the system to a crisis state / A. Yu. Sergeeva, Yu. D. Sergeev, S. E. Krupenko // Scientific and Practical Journal Economics and Management of Management Systems. - 2014. - №2.1 (12). - pp. 215-218.

10. Sergeeva, A. Yu. Investigation of signs of an emergency condition of load-bearing structures of buildings and structures / A. Yu. Sergeeva, Yu. V. Myasishchev, R. Y. Myasishchev, Yu. D. Sergeev // Collection of scientific articles based on the materials of the scientific and

practical conference Modern trends in construction and operation of real estate objects. - 2017. - pp. 218-223.

11. Sheina, S. G. Analysis of the objectivity of the use of BIM technologies in construction / S. G. Sheina, V. Ya. Mishchenko, Yu. D. Sergeev, A. Yu. Sergeeva, R. Yu. Myasishchev // The online scientific journal Engineering Bulletin of the Don. - 2024. - №4 (112). - pp. 354-367. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2024/9136](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2024/9136).

12. Sergeeva, A. Yu., Investigation of signs of an emergency condition of load-bearing structures of buildings and structures / A. Yu. Sergeeva, Yu.V. Myasishchev, R. Y. Myasishchev, Yu. D. Sergeev // Collection of scientific articles based on the materials of the scientific and practical conference Modern trends in construction and operation of real estate objects. - 2017. - pp. 218-223.

УДК 658.5: 624

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ И ПОВРЕЖДЕНИЙ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗДАНИЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ СТРОИТЕЛЬСТВА НОВЫХ ОБЪЕКТОВ

А. Ю. Сергеева, И. И. Найчук, А. А. Розанов, Ю. Д. Сергеев

---

**Сергеева Алла Юрьевна**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: 933947@mail.ru

**Найчук Иван Игоревич**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мСЭН-232, E-mail: naychuk02@mail.ru

**Розанов Алексей Александрович**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. змСЭН-231, E-mail: Rozanovalex36@gmail.com

**Сергеев Юрий Дмитриевич**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: stroiekspertiza@yandex.ru

---

**Аннотация:** в данной работе анализируются наиболее важные проблемы, возникающие при строительстве новых зданий в условиях плотной городской застройки. Основное внимание уделяется изучению деформаций и повреждений, которые могут возникнуть в существующих конструкциях в результате строительных работ. В статье подробно описаны методы и подходы, используемые судебно-строительными экспертами для оценки влияния новых строительных проектов на соседние здания. Также приведены практические примеры типичных случаев повреждения и рекомендации по минимизации негативного воздействия. Особое внимание уделяется современным методам мониторинга, таким как использование геодезических измерений и датчиков, которые позволяют своевременно выявить потенциальные риски. Кроме того, обсуждаются правовые аспекты ответственности за ущерб и процедуры возмещения убытков. Авторы подчеркивают важность междисциплинарного подхода, объединяющего инженеров, юристов и экспертов для снижения рисков. Особое внимание уделяется вопросам экологической безопасности и устойчивости в контексте активного строительства.

**Ключевые слова:** строительно-техническая экспертиза, несущие строительные конструкции, аварийное состояние строительного объекта, деформация, надежность.

## INVESTIGATION OF DEFORMATIONS AND DAMAGES EXISTING BUILDINGS AS A RESULT OF CONSTRUCTION NEW OBJECTS

A. Yu. Sergeeva, I. I. Naichuk, A. A. Rozanov, Yu. D. Sergeev

---

**Sergeeva Alla Yurievna**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, Construction Organization, Expertise and Real Estate Management, E-mail: 933947@mail.ru

**Naichuk Ivan Igorevich**, Voronezh State Technical University, Master's student of the group mSEN-232, E-mail: naychuk02@mail.ru

**Rozanov Alexey Alexandrovich**, Voronezh State Technical University, Master's student of the group zmSEN-231, E-mail: Rozanovalex36@gmail.com

**Sergeev Yuri Dmitrievich**, *Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Technology, Organization of Construction, Expertise and Real Estate Management, E-mail: stroiekspertiza@yandex.ru*

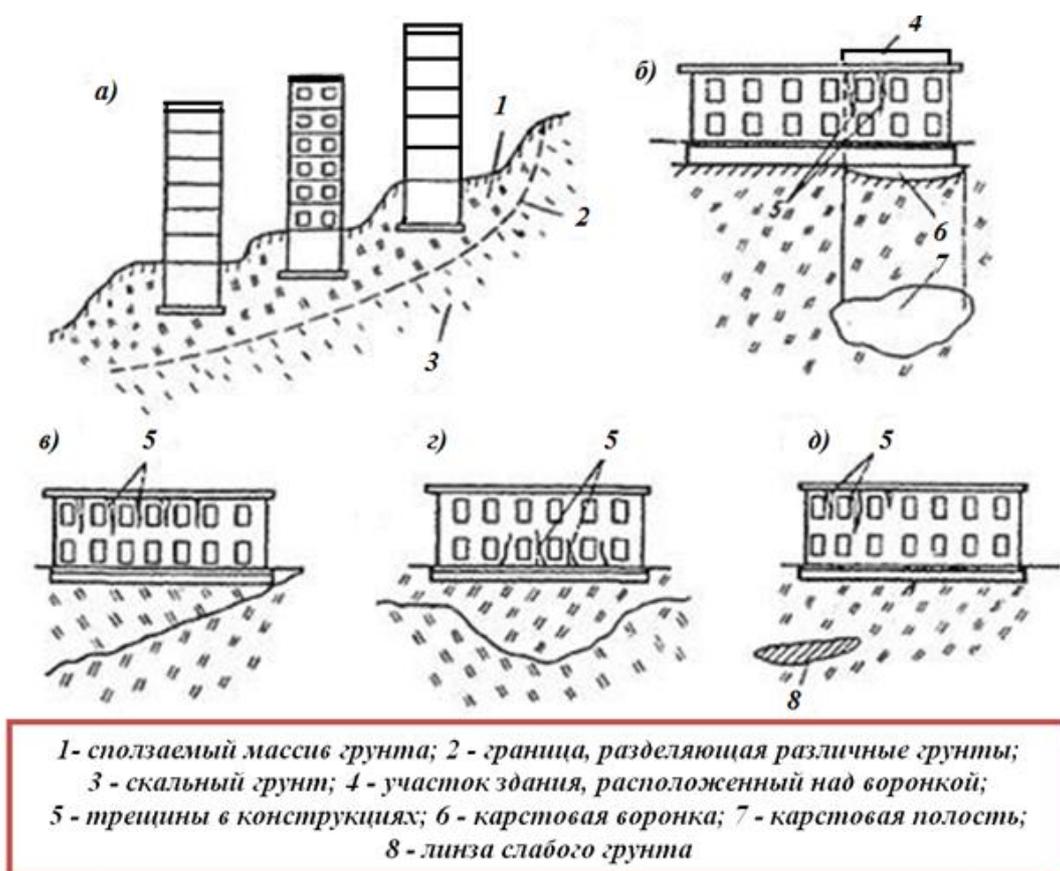
---

**Annotation:** this paper analyzes the most important problems that arise during the construction of new buildings in dense urban areas. The main focus is on the study of deformations and damages that may occur in existing structures as a result of construction work. The article describes in detail the methods and approaches used by forensic construction experts to assess the impact of new construction projects on neighboring buildings. Practical examples of typical damage cases and recommendations for minimizing negative impacts are also provided. Special attention is paid to modern monitoring methods, such as the use of geodetic measurements and sensors, which make it possible to identify potential risks in a timely manner. In addition, the legal aspects of liability for damages and compensation procedures are discussed. The authors emphasize the importance of an interdisciplinary approach bringing together engineers, lawyers, and experts to reduce risks. Special attention is paid to the issues of environmental safety and sustainability in the context of active construction.

**Key words:** construction and technical expertise, load-bearing building structures, emergency condition of the construction site, deformation, reliability.

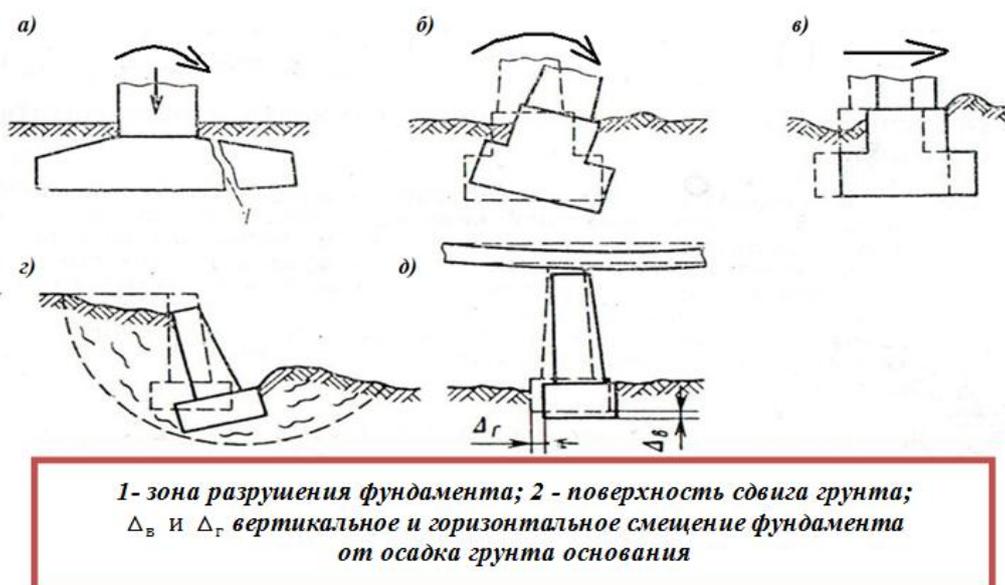
Современные мегаполисы характеризуются высокой плотностью застройки, что создает значительные трудности при реализации новых строительных проектов. Возведение новых объектов в таких условиях часто оказывает негативное влияние на существующие здания и сооружения. Это проявляется в виде деформаций, трещин, осадок и других повреждений, в результате чего это понижает эксплуатационную надежность сооружения. Поэтому важно изучить причины таких деформаций и разработать методы их предотвращения или устранения [1, 2].

Деформация и повреждения существующих зданий, возникающие при строительстве новых объектов, могут быть вызваны рядом факторов. Одной из основных причин является изменение грунтовых условий. Строительство новых сооружений может увеличить нагрузку на грунт, вызывая его уплотнение, оседание или сдвиг [3]. Это особенно важно для слабых грунтов, таких как глинистые или песчаные, которые легко деформируются под воздействием внешних нагрузок (рис. 1).



**Рис. 1. Деформации сооружений, обусловленные недостаточными инженерно-геологическими данными**

Другой распространенной причиной ущерба является вибрация, вызванная работой тяжелой строительной техники. Например, сваебойные машины, вибропогружатели и оборудование для динамического уплотнения грунта генерируют вибрацию, которая передается соседним зданиям. Эти вибрации могут вызвать трещины в стенах, повреждение штукатурки и даже серьезные повреждения несущих конструкций. Строительные работы могут также повлиять на гидрологический режим территории. Например, рытье глубоких туннелей и изменение уровня грунтовых вод могут затопить фундаменты близлежащих зданий или, наоборот, затруднить дренаж. Это может привести к неравномерному оседанию и деформации. В конечном итоге ошибки на этапе проектирования или пренебрежение технологиями строительства могут привести к ущербу [4, 5]. Неадекватная оценка грунтовых условий, неправильный выбор проектных решений и нарушение процесса строительства могут иметь серьезные последствия для соседних зданий (рис. 2).



**Рис. 2. Схемы потери несущей способности фундаментов и их осадок**

Для оценки воздействия нового строительства на существующие здания используются различные методы, которые в целом можно разделить на методы полевых исследований, лабораторные и компьютерные [6]. Каждый из этих методов имеет свои особенности и используется, принимая во внимание специфицированные условия.

Полевые исследования включают геодезический мониторинг, который отслеживает изменения в расположении зданий и сооружений. Для этого используется высокоточное оборудование, такое как нивелиры, тахеометры и лазерные сканеры.

Регулярные измерения осадок, боковых перемещений и смещений зданий позволяют своевременно выявлять деформации и принимать меры по их устранению.

Контроль оборудования предполагает установку датчиков, регистрирующих вибрацию, напряжение и деформацию конструкции. Эти данные позволяют оценить влияние строительных работ на соседние здания и установить допустимые пределы нагрузки. Визуальный осмотр также важен для диагностики повреждений. Регистрация трещин, сколов, деформаций швов и других видимых дефектов помогает оценить состояние здания и выявить причины их появления [7, 8].

Лабораторные и компьютерные методы включают моделирование напряженно-деформированного состояния грунтов и конструкций с помощью специализированного программного обеспечения. Это позволяет спрогнозировать возможные деформации и оценить их влияние на устойчивость здания. Кроме того, будут проведены лабораторные исследования образцов грунта и строительных материалов для определения их физико-механических свойств (рис. 3).



**Рис. 3. Техническое обследование зданий и сооружений**

Профессиональный анализ, основанный на нормативных документах и опыте экспертов, завершает этап обследования [9, 10]. Это позволяет оценить состояние здания, определить степень повреждений и сформулировать рекомендации по устранению выявленных дефектов.

### Список литературы

1. Мищенко, В. Я. Реконструкция жилого района с элементами внедрения энергоэффективности / В. Я. Мищенко, А. С. Чесноков, Д. А. Андреищев, // Строительство и недвижимость. - 2020. - №1(5). - С. 27-31.
2. Сергеев, Ю. Д. Влияние воздействия нового строительного объекта на существующее здание в условиях плотной городской застройки / Ю. Д. Сергеев, А. Ю. Сергеева, Р. Ю. Мясичев, Ю. В. Мясичев // Монография: Инновационное развитие науки: фундаментальные и прикладные проблемы. Глава 9. - 2022. - С. 180-197.
3. Мясичев, Ю. В. Разработка модели мониторинга промышленной и экологической безопасности по объективной оценке состояния нагрузок и несущей способности конструкций / Ю. В. Мясичев, А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Р. Ю. Мясичев // Строительство и недвижимость. - 2018. - №1-1(2). - С. 63-67.
4. Мищенко, В. Я. Прогнозирование темпов износа жилого фонда на основе мониторинга дефектов строительных конструкций / В. Я. Мищенко, П. А. Головинский, Д. А. Драпалюк // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Сер: Строительство и архитектура. - 2009. - №4 - С. 111-117.
5. Мясичев, Ю. В. Прогнозирование строительного производства в системе стратегического планирования / Ю. В. Мясичев, Р. Ю. Мясичев, Ю. Д. Сергеев // Сборник научных статей. Проблемы современных экономических, правовых и естественных наук в России - синтез наук в конкурентной экономике. Реферативный сборник статей по материалам VII Международной научно-практической конференции. - 2018. - С.11-13.
6. Mishchenko V. Ya. Selection of methods of inspection of building structures to prevent damage / Mishchenko V. Ya., Sergeev Yu. D., Sergeeva A. Yu., Myasishev V. Yu., Myasishev R. Yu. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International

Conference Safety Problems of Civil Engineering Critical Infrastructures. Ural Federal University. 2020. - P. 012063.

7. Мясищев, Ю. В. Факторы, воздействующие на технико-эксплуатационное состояние строительных конструкций / Ю. В. Мясищев, А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Р. Ю. Мясищев // Строительство и недвижимость. - 2018. - №1-1(2) - С. 67-74.

8. Сергеев, Ю. Д. Оптимизация процесса обследования несущих конструкций предаварийных зданий / Ю. Д. Сергеев, А. Ю. Сергеева, А. В. Мищенко, Ю. В. Мясищев, Р. Ю. Мясищев // ФЭС: Финансы. Экономика. - 2019. - Т. 16. №3. - С. 52-56.

9. Сергеева, А. Ю. Исследование обеспечения долговечности несущих конструкций в процессе эксплуатации / А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Ю. В. Мясищев, Р. Ю. Мясищев, // Строительство и недвижимость. - 2020. - №2(6). - С. 124-129.

10. Сергеева, А. Ю. Оценка близости системы к кризисному состоянию / А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Крупенко С. Е. // Научно-практический журнал Экономика и менеджмент систем управления. - 2014. - №2.1 (12). - С. 215-218.

### List of references

1. Mishchenko, V. Ya. Reconstruction of a residential area with elements of energy efficiency implementation / V. Ya. Mishchenko, A. S. Chesnokov, D. A. Andreishchev, // Construction and real estate. - 2020. - №1(5). - Pp. 27-31.

2. Sergeev, Yu. D. The impact of a new construction project on an existing building in a dense urban environment / Yu. D. Sergeev, A. Y. Sergeeva, R. Y. Myasishchev, Yu. V. Myasishchev // Monograph: Innovative development of science: fundamental and applied problems. Chapter 9. - 2022. - Pp. 180-197.

3. Myasishchev, Yu. V. Development of a model for monitoring industrial and environmental safety based on an objective assessment of the state of loads and bearing capacity of structures / Yu. V. Myasishchev, A. Y. Sergeeva, Yu. D. Sergeev, R. Y. Myasishchev // Construction and Real estate. - 2018. - №1-1(2). - pp. 63-67.

4. Mishchenko, V. Ya. Forecasting the rate of deterioration of housing based on monitoring defects in building structures / V. Ya. Mishchenko, P. A. Golovinsky, D. A. Drapalyuk // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Ser: Construction and Architecture. - 2009. - No. 4 - Pp. 111-117.

5. Myasishchev, Yu. V. Forecasting of construction production in the strategic planning system / Yu. V. Myasishchev, R. Yu. Myasishchev, Yu. D. Sergeev // Collection of scientific articles. The problems of modern economic, legal and natural sciences in Russia are a synthesis of sciences in a competitive economy. Abstract collection of articles based on the materials of the VII International Scientific and Practical Conference. - 2018. - Pp.11-13.

6. Mishchenko V. Ya. Selection of methods of inspection of building structures to prevent damage / Mishchenko V. Ya., Sergeev Yu. D., Sergeeva A. Yu., Myasishchev V. Yu., Myasishchev R. Yu. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Conference Safety Problems of Civil Engineering Critical Infrastructures. Ural Federal University. 2020. - P. 012063.

7. Myasishchev, Yu. V. Factors affecting the technical and operational condition of building structures / Yu. V. Myasishchev, A. Y. Sergeeva, Yu. D. Sergeev, R. Y. Myasishchev // Construction and real estate. - 2018. - №1-1(2) - Pp. 67-74.

8. Sergeev, Yu. D. Optimization of the inspection process of load-bearing structures of emergency buildings / Yu. D. Sergeev, A. Yu. Sergeeva, A.V. Mishchenko, Yu. V. Myasishchev, R. Yu. Myasishchev // FES: Finance. Economy. - 2019. - Vol. 16. No. 3. - Pp. 52-56.

9. Sergeeva, A. Yu., Sergeeva Yu. D., Myasishchev Yu. V., Myasishchev R. Yu., Investigation of ensuring the durability of load-bearing structures during operation // Construction and Real estate. - 2020. - №2(6). - Pp. 124-129.

10. Sergeeva, A. Yu. Assessment of the proximity of the system to a crisis state / A. Yu. Sergeeva, Yu. D. Sergeev, Krupenko S.E. // Scientific and Practical Journal Economics and Management of Management Systems. - 2014. - №2.1 (12). - Pp. 215-218.

УДК 658.5: 624

## ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОЙОБЪЕКТА В ХОДЕ СПЛОШНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

А. Ю. Сергеева, Д. И. Русанов, А. А. Розанов, Ю. Д. Сергеев

---

**Сергеева Алла Юрьевна**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: asergeeva@vgasu.vrn.ru

**Русанов Дмитрий Иванович**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. змСЭН-231, E-mail: rusanov1998vm@gmail.com

**Розанов Алексей Александрович**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. змСЭН-231, E-mail: Rozanovalex36@gmail.com

**Сергеев Юрий Дмитриевич**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: stroiekspertiza@yandex.ru

---

**Аннотация:** результаты мониторинга соответствия строительных конструкций работоспособному состоянию при проведении обследования здания с целью проведения ремонта с заменой конструкций по нормативным срокам не корректны ввиду того, что не определяются изначальные их деформации. Субстанциальный недостаток данного метода заключается в том, что когда заканчивается нормированно-формальный срок работы конструкции, аппроксимирование претерпевает стройконструкция технически еще работоспособная, т.е. ее ресурс использован не полностью. Если конструкция находится в работоспособном состоянии, то подобные действия будут являться причиной неоправданно завышенных затрат, сопряженные с незавершенно фрагментарным использованием резервного ресурса стройконструкции. В связи с этим предлагается методика, основная составляющая которой будет закон ранжирования плотностей вероятности индикаторов надежности сходных по типу стройконструкций. Применяя данную методику к оценке риска наступления аварии во время эксплуатации стройобъекта, получаем закон, характеризующий неотвратимость процесса разрушения группы конструкций, если своевременно не выполнить восстановительно - ремонтные работы.

**Ключевые слова:** строительно-техническая экспертиза, несущие конструкции, аварийное состояние, деформация, физический износ.

## INSTRUMENTAL CONTROL OF THE TECHNICAL CONDITION OF A CONSTRUCTION SITE DURING A CONTINUOUS TECHNICAL INSPECTION

A. Yu. Sergeeva, D. I. Rusanov, A. A. Rozanov, Yu. D. Sergeev

---

**Sergeeva Alla Yurievna**, Voronezh State Technical University, Candidate of technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technology, Organization of Construction, Expertise and Real Estate Management, E-mail: asergeeva@vgasu.vrn.ru

**Rusanov Dmitry Ivanovich**, Voronezh State Technical University, Master's student of the group zmSEN-231, E-mail: rusanov1998vm@gmail.com

---

**Rozanov Alexey Alexandrovich**, Voronezh State Technical University, Master's student of the group zмSEN-231, E-mail: Rozanovalex36@gmail.com

**Sergeev Yuri Dmitrievich**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Technology, Organization of Construction, Expertise and Real Estate Management, E-mail: stroiekspertiza@yandex.ru

**Annotation:** the results of monitoring the compliance of building structures with a working condition during a building survey in order to repair and replace structures according to standard deadlines are not correct due to the fact that their initial deformations are not determined. The substantial disadvantage of this method is that when the normalized formal life of the structure ends, the approximation is still technically operational, i.e. its resource is not fully used. If the structure is in working condition, then such actions will cause unjustifiably excessive costs associated with the incomplete fragmentary use of the reserve resource of the construction structure. In this regard, a methodology is proposed, the main component of which will be the law of ranking probability densities of reliability indicators of similar types of construction structures. Applying this technique to assessing the risk of an accident during the operation of a construction facility, we obtain a law that characterizes the inevitability of the process of destruction of a group of structures if restoration and repair work is not carried out in a timely manner.

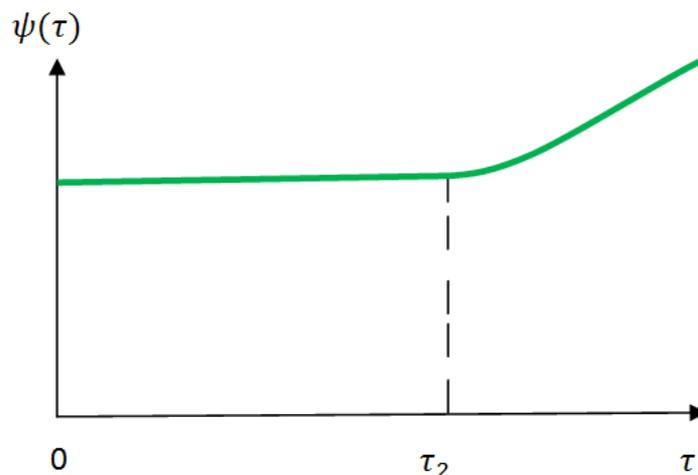
**Key words:** construction and technical expertise, load-bearing structures, emergency condition, deformation, physical wear.

Вопреки тому, что на всех этапах жизненного цикла зданий и сооружений в наше время часто используются передовые разработки, новейшие технологии, прочные современные материалы и инженерные решения, всё же сохраняется вероятность возникновения критических ситуаций - аварий [1]. Под аварией понимается серьёзное повреждение или поломка элементов сооружения, полное или частичное разрушение строительной конструкции, которое способно вызвать значительные финансовые убытки и в отдельных случаях унести человеческие жизни.

Обычно аварийные ситуации происходят постепенно, по мере развития и накопления дефектов, физического износа, снижения несущей способности конструкций. Предвестником аварии являются признаки ухудшения физического износа, снижения несущей способности конструкции, которые можно выявить в ходе визуально – инструментального технического обследования. [2]. Развитие дефектов может проходить с различной интенсивностью. Между первыми проявлениями неисправностей и моментом разрушения конструкции проходит определённый промежуток времени, в течение которого возможно проанализировать обстановку и принять меры для предотвращения перехода строительной конструкции в аварийное техническое состояние [3]. Поэтому очень важно уметь правильно и своевременно распознавать ранние признаки неисправностей и прогнозировать скорость их прогрессирования [4, 5].

В итоговом документе технического заключения, составленном по результатам анализа состояния сооружений в рамках проведения визуально – инструментального технического обследования, отражается потребность в осуществлении определённых инженерных решений, при этом сроки их выполнения, как правило, не уточняются [6]. В процессе длительного использования строительного объекта у ряда его конструктивных элементов обычно появляется необходимость в возвращении утраченных функциональных характеристик, технико – эксплуатационных свойств, при этом допустимые сроки проведения ремонтных мероприятий для разных элементов могут значительно варьироваться  $\tau_{limit}^Y \neq \tau_{limit}^P$  (рис. 1). Надо учитывать, что отдельный ремонт для каждой строительной конструкции будет требовать значительных материальных вложений, и это в совокупности

потребуется намного больше затрат, чем проведение общего, комплексного ремонта всех конструкций и здания в целом. Кроме того, такой ремонт отдельных конструкций является очень трудоёмким и вызывает серьёзные неудобства для пользователей самого здания [7].



**Рис. 1. Изменение интенсивности отказов объекта во времени**

В такой ситуации владельцу здания предстоит решить, когда лучше провести восстановительные работы. Важно, прежде всего, гарантировать надёжность всех конструктивных элементов, во-вторых, избежать постоянных и поэтапных ремонтов различных частей здания на протяжении длительного времени, и, в-третьих, эффективно использовать финансовые ресурсы [8].

Выходом и одним из методов решения задачи может стать проведение анализа характера интенсивности отказа  $\psi_{\gamma}(\tau)$   $\gamma$ -й строительной конструкции рассматриваемого строительного объекта в разные временные промежутки на разных интервалах времени [9].

Обычно техническое обследование здания производится на 4 или на 5 этапе жизненного цикла строительных объектов, т.е. во время эксплуатации и старения. Для данных ситуаций интенсивность отказов может быть представлена формулой:

$$\psi_{\gamma}(\tau) = \psi_{\gamma 0}^{\text{constan}} + \psi_{\gamma}^{\text{Age}}(\tau), \quad (1)$$

где  $\psi_{\gamma 0}^{\text{constan}}$  - постоянная составляющая интенсивности отказов, определяемая исключительно внутренними характеристиками конструкции;

$\psi_{\gamma}^{\text{Age}}(\tau)$  - составляющая интенсивности отказов, которая зависит от продолжительности использования строительных конструкций.

В таком случае, сама плотность распределения функции наработки времени эксплуатации строительной конструкции по экспоненциальному закону будет отражать постоянную часть интенсивности отказов:

$$f_{\gamma}^{\text{constan}}(\tau) = \psi_{\gamma 0}^{\text{constan}} \times e^{\psi_{\gamma 0}^{\text{constan}} t}.$$

Распределение Гнеденко – Вейбулла может дать описание второй составляющей интенсивности отказов конструкции:

$$f_{\gamma}^{\text{Age}}(\tau) = \alpha \delta (\alpha \tau)^{\delta-1} e^{-(\alpha \tau)^{\delta}}. \quad (2)$$

В данном случае  $\alpha$  - масштабный параметр закона распределения, а  $\delta$  - параметр формы.

Параметр сдвига  $\tau_0$ , который интерпретируется как время гарантированной безотказной работы, вводится в распределение для конструкций, долговечность которых сопоставима с долговечностью всего здания и достаточно велика:

$$f_{\gamma}^{\text{Age}}(\tau) = M(\tau) \alpha \delta (\alpha (\tau - \tau_0))^{\delta-1} e^{-(\alpha (\tau - \tau_0))^{\delta}}, \quad (3)$$

где  $M(\tau) = \begin{cases} 0 & \text{при } \tau < \tau_0, \\ 1 & \text{при } \tau \geq \tau_0. \end{cases}$

Для условий, которые рассматриваются выше, интенсивность сбоев распределения Гнеденко - Вейбулла вычисляется по следующей формуле:

$$\psi_{\gamma}^{Age}(\tau) = M(\tau)\alpha\delta(\alpha(\tau - \tau_0))^{\delta-1} \quad (4)$$

В таком случае общая интенсивность отказов будет определяться по такому уравнению:

$$\psi_{\gamma}(\tau) = \psi_{\gamma_0}^{\text{constan}} + M(\tau)\alpha\delta(\alpha(\tau - \tau_0))^{\delta-1} \quad (5)$$

Интенсивность выхода из строя конструкции представлена в виде зависимости от времени через полученное выражение. Задав предельно допустимый уровень совокупной частоты отказов  $\psi_{limit}$  в соответствии с требованиями надёжности, можно установить временной интервал, в пределах которого следует провести мероприятия по восстановлению конструкции. Финансовые потери, возникающие при ремонте и во время неработоспособности конструкции, можно оценить, опираясь на упрощённую модель расчёта. Рассмотрим её далее.

Когда конструкция находится в неработоспособном состоянии, возникает необходимость в выполнении определённых мероприятий, позволяющих поддерживать её функционирование до запланированного ремонта [10]. Кроме этого, временное пребывание конструкции в неисправном виде может повлечь за собой финансовые потери, связанные либо с ограничением эксплуатации здания, либо с ущербом для имущества владельца. Обозначим среднее значение этих издержек как  $N_{0\gamma}$ . Тогда совокупные расходы на  $\gamma$ -ю конструкцию  $N_{k\gamma}$ , обусловленные её неисправностью в течение интервала  $\tau$ , можно выразить через следующую формулу:

$$N_{k\gamma} = N_{0\gamma}m_{\gamma}(\tau), \quad (6)$$

здесь  $m_{\gamma}(\tau)$ - является ожидаемым числом нежелательных реализаций неисправных состояний конструкции за время  $\tau$ .

Общие суммарные затраты  $N_S$ , вызванные отказами конструкций здания будут, определяться по формуле:

$$N_S = \sum_{\gamma=1}^n N_{0\gamma}m_{\gamma}(\tau).$$

Формула позволяет рассчитать суммарные издержки, обусловленные как капитальным восстановлением сооружения, так и наличием дефектов несущих компонентов. Обнаружение потребности в ремонте выявляется на основании проведённой диагностики, где  $N$  - это количество элементов, требующих восстановления.

При полном обновлении объекта осуществляется одновременное вложение средств, соответствующее величине  $N_u$ .

В таком случае для расчёта совокупных расходов, возникающих из-за дефектов строительных частей и необходимости капитального восстановления, применяется следующая формула:

$$N = N_u + \sum_{\gamma=1}^n N_{0\gamma}m_{\gamma}(\tau). \quad (7)$$

Если учесть, эксплуатация здания до комплексного ремонта будет осуществляться определённое время  $\tau$ , то в единицу времени удельные затраты на его эксплуатацию будут определяться по следующей формуле:

$$\tilde{N} = \frac{N}{\tau} = \frac{N_u + \sum_{\gamma=1}^n N_{0\gamma}m_{\gamma}(\tau)}{\tau}. \quad (8)$$

Анализ зависимости компонентов приведённых расходов от срока службы до капитального обновления (капитального ремонта)  $\tau$  показывает следующее. При фиксированном объёме разовых вложений  $N_u$  соответствующее отношение  $N_u/\tau$  демонстрирует нисходящий тренд по мере увеличения эксплуатационного периода. При этом

иной элемент выражения включает коэффициент  $m_\gamma(\tau)$  который изменяется по нелинейной функции, отражающей рост со временем. В ситуации, когда поведение функции таково, что величина  $N_u(\tau)/\tau$  увеличивается с ростом  $\tau$ , это приводит к формированию минимума у обобщённой нормы затрат  $\tilde{N}$ .

Функция количества отказов  $m_i(t)$  может быть представлена как накопленная интенсивность отказов  $i$ -й конструкции, тогда получается следующее уравнение:

$$m_\gamma(\tau) = \int_0^\tau \psi_\gamma(\tau) d\tau. \quad (9)$$

Если в данную функцию подставить выражение для определения общей интенсивности отказов, получится:

$$m_\gamma(\tau) = \int_0^\tau (\psi_{\gamma 0}^{\text{constan}} + M(\tau)\alpha\delta(\alpha_\gamma(\tau - \tau_0)^{\delta-1}) d\tau. \quad (10)$$

Проведём интегрирование:

$$m_\gamma(\tau) = \psi_{\gamma 0}^{\text{constan}} + M(\tau)\alpha_\gamma(\tau - \tau_0^\gamma)^{\delta_\gamma}. \quad (11)$$

Формула для удельных затрат будет в таком случае представлена следующим образом:

$$\tilde{N} = \frac{N_u + \sum_{\gamma=1}^n N_{0\gamma} [\psi_{\gamma 0}^{\text{constan}} \tau + M(\tau)\alpha_\gamma(\tau - \tau_0^\gamma)^{\delta_\gamma}]}{\tau} \quad (12)$$

Функция вида  $\frac{1}{\tau}\alpha_\gamma(\tau - \tau_0^\gamma)^{\delta_\gamma}$  при выполнении условий  $\tau > \tau_0$  и  $\alpha > 1$  характеризуется возрастающим поведением во времени и является возрастающей функцией времени. Таким образом, можно заключить, что при использовании параметра  $\tau$  в качестве переменной, специфические издержки достигают наименьшего значения.

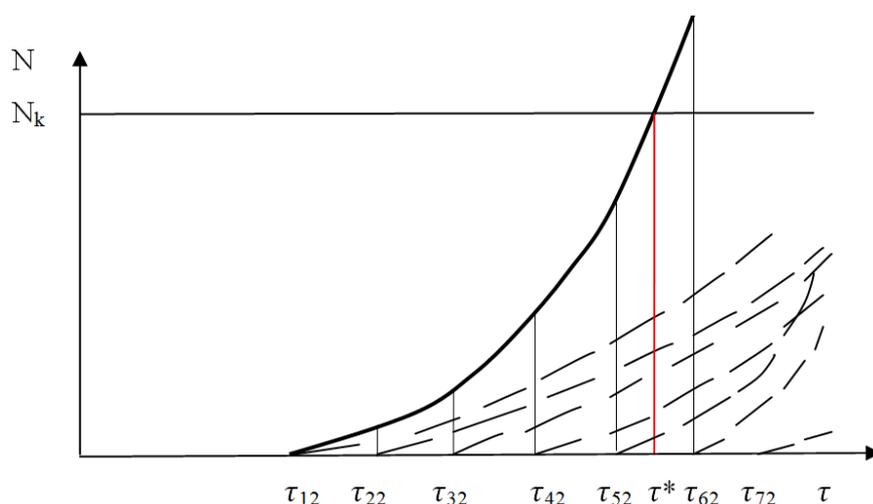
Чтобы определить минимум  $N$  требуется выполнить дифференцирование выражения приведённых затрат по переменной  $\tau$  и приравнять полученную производную к нулю. Тогда получается следующее уравнение:

$$\tilde{N}_{min} = \sum_{\gamma=1}^n N_{0\delta} [M(\tau)\alpha_\gamma\delta_\gamma(\tau^* - \tau_0^\gamma)^{\delta_\gamma-1}], \quad (13)$$

В данном случае  $\tau^*$  обозначает наиболее рациональный момент проведения капитального восстановительного ремонта конструкций здания, при котором совокупные издержки достигают наименьшего значения и суммарные затраты стремятся к минимуму.

На основе анализа приведённых выражений установлено, что параметр  $\tau^*$  не может быть меньше порогового минимального значения  $\tau_0^\gamma$ . Это позволяет использовать упрощённую методику приближённого поиска минимума функции удельных издержек. Суть подхода заключается в последовательной оценке значений функции  $N_\gamma$  при различных значениях в точках  $\tau_0^\gamma$  начиная с его наименьшего допустимого уровня. Поскольку, как правило, число конструктивных элементов, подлежащих восстановлению по результатам технического обследования здания, невелико, такие вычисления не представляют собой особой сложности. Расчёты можно считать законченными и выполненными, когда на очередной интеграции (на очередном шаге) зафиксировано, что достигнуто увеличение приведённой удельной стоимости  $N$ .

Также для осуществления расчётных вычислений удобно использовать графический метод. Для этого стоит произвести нумерацию конструктивных элементов по возрастанию величин  $\tau_0^\gamma$ . Пример применения графического метода для решения задачи приведён на рисунке 2.



**Рис. 2. Графический метод решения задачи**

Оценка риска аварий во время продолжительной эксплуатации строительного объекта с помощью использования данной методики выявляет критическую важность своевременного технического ремонта и оперативного восстановления строительных конструкций.

### Список литературы

1. Сергеева, А. Ю. Исследование признаков аварийного состояния несущих конструкций зданий и сооружений / А. Ю. Сергеева, Ю. В. Мясичев, Р. Ю. Мясичев, Ю. Д. Сергеев // Сборник научных статей по материалам научно-практической конференции: Современные тенденции строительства и эксплуатации объектов недвижимости. - 2017. - С. 218-223.
2. Сергеева, А. Ю. Оценка близости системы к кризисному состоянию / А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Крупенко С. Е. // Научно-практический журнал Экономика и менеджмент систем управления. - 2014. - №2.1 (12). - С. 215-218.
3. Мищенко, В. Я. Прогнозирование темпов износа жилого фонда на основе мониторинга дефектов строительных конструкций / В. Я. Мищенко, П. А. Головинский, Д. А. Драпалюк // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Сер: Строительство и архитектура. - 2009. - №4. - С. 111-117.
4. Мищенко, В. Я. Реконструкция жилого района с элементами внедрения энергоэффективности / В. Я. Мищенко, А. С. Чесноков, Д. А. Андреищев // Строительство и недвижимость. - 2020. - №1(5). - С. 27-31.
5. Мищенко, В. Я. Стохастические алгоритмы в решении многокритериальных задач оптимизации распределения ресурсов при планировании строительного-монтажных работ / В. Я. Мищенко, Д. И. Емельянов, А. А. Тихоненко, Р. В. Старцев // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Сер: Строительство и архитектура. - Воронеж, 2012. - №1. - С. 92-97.
6. Мясичев, Ю. В. Прогнозирование строительного производства в системе стратегического планирования / Ю. В. Мясичев, Р. Ю. Мясичев, Ю. Д. Сергеев // Сборник научных статей. Проблемы современных экономических, правовых и естественных наук в России - синтез наук в конкурентной экономике. Реферативный сборник статей по материалам VII Международной научно-практической конференции, 2018. - С.11 - 13.
7. Мясичев, Ю. В. Разработка модели мониторинга промышленной и экологической безопасности по объективной оценке состояния нагрузок и несущей способности

конструкций / Ю. В. Мясичев, А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Р. Ю. Мясичев // Строительство и недвижимость. - Воронеж, 2018. №1-1 (2). - С. 63-67.

8. Мясичев, Ю. В. Факторы, воздействующие на технико-эксплуатационное состояние строительных конструкций / Ю. В. Мясичев, А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Р. Ю. Мясичев // Строительство и недвижимость. - Воронеж, 2018. №1-1 (2). - С. 67-74.

9. Сергеев, Ю. Д. Оптимизация процесса обследования несущих конструкций предаварийных зданий / Ю. Д. Сергеев, А. Ю. Сергеева, А. В. Мищенко, Ю. В. Мясичев, Р. Ю. Мясичев // ФЭС: Финансы. Экономика. - 2019. - Т. 16. - №3. - С. 52-56.

10. Сергеева, А. Ю. Исследование обеспечения долговечности несущих конструкций в процессе эксплуатации / А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Ю. В. Мясичев, Р. Ю. Мясичев, // Строительство и недвижимость. - Воронеж, 2020. - №2 (6). - С. 124-129.

### List of references

1. Sergeeva, A. Yu. Investigation of signs of an emergency state of load-bearing structures of buildings and structures / A. Yu. Sergeeva, Yu. V. Myasishchev, R. Yu. Myasishchev, Yu. D. Sergeev // Collection of scientific articles based on the materials of the scientific and practical conference Modern trends in the construction and operation of real estate objects. - 2017. - pp. 218-223.

2. Sergeeva, A. Yu. Assessment of the proximity of the system to the crisis state / A. Yu. Sergeeva, Yu. D. Sergeev, Krupenko S. E. // Scientific and practical Journal Economics and Management of management Systems. - 2014. - №2.1 (12). - pp. 215-218.

3. Mishchenko, V. Ya. Forecasting the rates of depreciation of the housing stock on the basis of monitoring defects in building structures / V. Ya. Mishchenko, P. A. Golovinsky, D. A. Drapalyuk // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Ser: Construction and Architecture. - 2009. - No. 4. - pp. 111-117.

4. Mishchenko, V. Ya. Reconstruction of a residential area with elements of energy efficiency implementation / V. Ya. Mishchenko, A. S. Chesnokov, D. A. Andreishchev, // Construction and real estate. - Voronezh, 2020. - No. 1 (5). - pp. 27-31.

5. Mishchenko, V. Ya. Stochastic algorithms in solving multicriteria problems of optimizing resource allocation when planning construction and installation works / V. Ya. Mishchenko, D. I. Yemelyanov, A. A. Tikhonenko, R. V. Startsev // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Ser: Construction and Architecture-Voronezh, 2012. - No. 1. - pp. 92-97.

6. Myasishchev, Yu. V. Forecasting of construction production in the system of strategic planning / Yu. V. Myasishchev, R. Yu. Myasishchev, Yu. D. Sergeev // Collection of scientific articles. Problems of modern economic, legal and natural sciences in Russia - synthesis of sciences in a competitive economy. Abstract collection of articles based on the materials of the VII International Scientific and Practical Conference. 2018. - pp. 11-13.

7. Myasishchev, Yu. V. Development of a model for monitoring industrial and environmental safety based on an objective assessment of the state of loads and bearing capacity of structures / Yu. V. Myasishchev, A. Yu. Sergeeva, Yu. D. Sergeev, R. Yu. Myasishchev // Construction and real estate. - Voronezh, 2018. - No. 1-1 (2). - pp. 63-67.

8. Myasishchev, Yu. V. Factors affecting the technical and operational condition of building structures / Yu. V. Myasishchev, A. Yu. Sergeeva, Yu. D. Sergeev, R. Yu. Myasishchev // Construction and real estate. - Voronezh, 2018. - No. 1-1 (2). - pp. 67-74.

9. Sergeev, Yu. D. Optimization of the process of inspection of load-bearing structures of pre-emergency buildings / Yu. D. Sergeev, A. Yu. Sergeeva, A.V. Mishchenko, Yu. V. Myasishchev, R. Yu. Myasishchev // FES: Finance. Economy. 2019. - Vol. 16. - No. 3. - pp. 52-56.

10. Sergeeva, A. Yu. Research of ensuring the durability of load-bearing structures during operation / A. Yu. Sergeeva, Yu. D. Sergeev, Yu. V. Myasishchev, R. Yu. Myasishchev, // Construction and real estate. - Voronezh, 2020. - No. 2 (6). - pp. 124-129.

УДК 69.05

## ОСОБЕННОСТИ ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЗДАНИЙ

В. Н. Старцев, Д. С. Лобов

---

**Старцев Владимир Николаевич**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности, E-mail: vnstar@yandex.ru

**Лобов Даниил Сергеевич**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мКНС-232, E-mail: lobov\_daniil@mail.ru

---

**Аннотация:** статья посвящена комплексному анализу методик обследования производственных зданий из сборного железобетона на примере объекта 1961 г. постройки в г. Нововоронеж. Рассмотрены специфические проблемы, характерные для конструкций советского периода: дефекты стыковочных узлов, неоднородная карбонизация бетона, коррозия закладных деталей. На основе критической оценки проведенного технического обследования выявлены системные методические недочеты: ограниченность инструментария (отсутствие дублирования методов неразрушающего контроля), недостаточный анализ динамики деформаций, упрощенная диагностика коррозионных процессов. Предложены пути совершенствования процедур: внедрение комплексного мониторинга с использованием 3D-сканирования, обязательное выборочное вскрытие 5% стыков, применение вероятностных методов оценки остаточного ресурса. Результаты демонстрируют необходимость разработки отраслевых методических указаний для объектов, превысивших нормативный срок эксплуатации и представляют ценность для специалистов в области реконструкции промышленных объектов.

**Ключевые слова:** сборные железобетонные конструкции, техническое обследование, карбонизация бетона, коррозия арматуры, неразрушающий контроль.

## SPECIFIC FEATURES OF TECHNICAL CONDITION INSPECTION FOR PRECAST REINFORCED CONCRETE INDUSTRIAL BUILDINGS

V. N. Startsev, D. S. Lobov

---

**Vladimir Nikolaevich**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Technosphere and Fire Safety, E-mail: vnstar@yandex.ru

**Lobov Daniil Sergeevich**, Voronezh State Technical University, Master's student of the group mKNS- 232, E-mail: lobov\_daniil@mail.ru

---

**Abstract:** the article presents a comprehensive analysis of inspection methodologies for precast reinforced concrete industrial buildings, using a 1961 facility in Novovoronezh as a case study. It examines specific problems characteristic of Soviet-era structures: defects in joint connections, heterogeneous concrete carbonation, and corrosion of embedded parts. Based on a critical assessment of the technical inspection conducted, systemic methodological shortcomings are identified: limited instrumentation (lack of non-destructive testing method cross-verification), insufficient analysis of deformation dynamics, and oversimplified corrosion diagnostics. Improvement pathways are proposed:

implementation of integrated monitoring using 3D scanning, mandatory selective opening of 5% of joints, and application of probabilistic residual service life assessment methods. The results demonstrate the need for industry-specific methodological guidelines for structures exceeding their design service life, providing valuable insights for industrial reconstruction specialists.

**Keywords:** precast reinforced concrete structures, technical inspection, concrete carbonation, reinforcement corrosion, non-destructive testing.

Обследование производственных зданий из сборного железобетона требует особого подхода, обусловленного спецификой их конструктивных решений [1]. Массовое строительство таких объектов в 1960-1980-х годах велось с использованием типовых проектов, что предопределило ряд системных проблем, проявляющихся при длительной эксплуатации [2]. На примере здания 1961 года постройки в г. Нововоронеж [3] рассмотрены характерные особенности диагностики подобных сооружений (рис. 1).



**Рис. 1. Общий вид здания**

Актуальность проведенного исследования обусловлена несколькими факторами. Прежде всего, здание достигло нормативного срока службы [4], что требует особого внимания к состоянию его несущих конструкций. Кроме того, визуальный осмотр выявил признаки прогрессирующей деградации строительных материалов, что ставит под вопрос возможность дальнейшей безопасной эксплуатации объекта. Важным аспектом является отсутствие сохранившейся проектной документации, что значительно усложняет процесс оценки фактического состояния конструкций и разработки мер по их усилению.

Обследуемое здание представляет собой одноэтажное сооружение сложной конфигурации в плане с максимальными габаритами 130×100 м. Конструктивная система здания включает фундаменты стаканного типа (серия ИИ-04) под колонны, сборные железобетонные колонны сечением 300×300 мм и 400×400 мм, железобетонные балки покрытия (серия ПК-01-05), сборные плиты перекрытия и покрытия различных типоразмеров, а также кирпичные несущие и самонесущие стены толщиной 380-510 мм.

**Специфика обследования сборных конструкций**

Главной отличительной чертой обследования сборных железобетонных зданий является необходимость тщательной проверки стыковочных узлов [5]. Как показала практика, именно в местах соединения сборных элементов чаще всего возникают критические дефекты. В приведенном обследовании производственного здания в г. Нововоронеж, несмотря на свою комплексность, содержится ряд методологических и технических упущений, требующих критического осмысления. Анализ отчетной

документации позволяет выявить системные проблемы, которые могут повлиять на достоверность полученных результатов и адекватность сделанных выводов.

Особую сложность представляет оценка степени карбонизации бетона в сборных конструкциях [6]. Традиционные методы измерения глубины карбонизации часто дают недостоверные результаты из-за неоднородности бетона в различных элементах. В ходе обследования выявлены случаи, когда карбонизация распространялась на всю толщину защитного слоя, достигая арматурных стержней.

Проведенный анализ выявил несколько существенных методических упущений в обследовании. Основной проблемой стала недостаточная проработка вопроса о состоянии монтажных соединений. Визуальный осмотр без вскрытия отдельных узлов не позволяет достоверно оценить степень коррозии соединительных элементов.

Очередной проблемой является ограниченность применяемого инструментария - использование только ударно-импульсного метода для оценки прочности бетона без дублирования другими методами контроля [7]. Такой подход не учитывает возможную неоднородность бетона в различных элементах, особенно это касается участков, подвергавшихся температурным воздействиям при пожаре, где могли образоваться зоны с неравномерной прочностью бетона.

Для решения этой проблемы рекомендуется внедрение комплексной методики [8], сочетающей ультразвуковой метод, метод отрыва со скалыванием и выборочное взятие кернов для лабораторных испытаний.

Серьезным упущением стало отсутствие системного анализа динамики деформационных процессов [9]. Однократное обследование не позволяет оценить скорость развития трещин в кирпичной кладке (рис. 2) и прогрессирующей коррозии арматуры. Особенно критично это для зданий, превысивших нормативный срок эксплуатации. В качестве решения предлагается внедрение системы мониторинга с установкой деформационных маячков и проведением регулярных контрольных замеров с периодичностью не реже 1 раза в квартал.



**Рис. 2. Характерный фрагмент фасада с видимыми дефектами кирпичной кладки**

Методика оценки коррозионного состояния арматуры также требует существенной доработки. Визуальный осмотр при вскрытии конструкций без проведения металлографического анализа и точного определения остаточного сечения арматурных стержней не дает полной картины коррозионных повреждений. Рекомендуется дополнять обследование:

- измерением реального сечения арматуры микрометрическим методом;
- определением глубины коррозионных поражений;
- оценкой адгезии бетона к арматуре;
- химическим анализом продуктов коррозии.

Особого внимания заслуживает вопрос оценки состояния стыковочных узлов. Традиционный визуальный осмотр без вскрытия соединений не позволяет достоверно оценить степень коррозии закладных деталей и монтажных соединений. Для промышленных зданий из сборного железобетона рекомендуется обязательное выборочное вскрытие не менее 5% стыков с их последующей фотофиксацией и детальным описанием. Поверочные расчеты часто выполняются без учета реальной работы стыков, что может привести к опасному завышению несущей способности конструкции. В обследуемом здании это проявилось в недооценке влияния коррозии закладных деталей на общую пространственную жесткость каркаса.

Рекомендации по совершенствованию.

Для повышения качества обследований необходимо уделять особое внимание следующим аспектам:

- обязательное вскрытие выборочных стыковочных узлов для оценки состояния соединительных элементов;
- применение комплекса методов контроля карбонизации бетона;
- учет реальных условий работы стыков при поверочных расчетах;
- разработка специальных методик оценки остаточного ресурса монтажных соединений.

Геодезический контроль прогибов, выполненный с помощью 3D-сканера Trimble TX5, хотя и соответствует современным стандартам, был проведен выборочно. Отсутствие полной карты деформаций всех несущих конструкций не позволяет комплексно оценить пространственную работу здания. Особенно это касается узлов сопряжения сборных элементов, где часто возникают концентраторы напряжений [10].

Лабораторные исследования ограничились визуальной оценкой состояния арматуры при вскрытии конструкций. Не были проведены:

- металлографический анализ коррозионных повреждений;
- определение реального сечения арматурных стержней;
- оценка адгезии бетона к арматуре;
- химический анализ продуктов коррозии.

Для повышения качества обследований промышленных зданий из сборного железобетона рекомендуется разработка специальных методических указаний, учитывающих их конструктивные особенности. Такие документы должны включать:

- типовые программы обследования с учетом специфики сборных конструкций;
- требования к комплексу применяемых методов контроля;
- методики оценки состояния стыков и соединений;
- современные подходы к расчету остаточного ресурса;
- стандартные формы представления результатов.

Обследование производственных зданий из сборного железобетона требует разработки специальных методических подходов [11], учитывающих особенности их конструктивных решений. Как показало исследование, традиционные методы обследования часто не позволяют выявить критические дефекты в стыковочных узлах. Совершенствование

диагностических процедур должно быть направлено на разработку комплексных методик оценки состояния именно этих наиболее уязвимых элементов сборных конструкций.

### Список литературы

1. Рекомендации по обследованию строительных конструкций производственных зданий / ЦНИИПромзданий. - М., 2018. - 156 с.
2. Методические рекомендации по оценке остаточного ресурса зданий и сооружений / НИИЖБ. - М., 2019. - 112 с.
3. Технический отчет № 46/3-23-4-Отч.1 по результатам освидетельствования технического состояния строительных конструкций здания, расположенного по адресу: г. Нововоронеж, Воронежское шоссе, д. 3В / ООО «РЕСУРС». - Воронеж, 2024. - 118 с.
4. Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 N 384-ФЗ (ред. от 25.12.2023) // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/) (дата обращения: 20.05.2025).
5. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. - Введ. 2003-08-21. - М.: Госстрой России, 2003. - 44 с.
6. СП 28.13330.2017. Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85. - Введ. 2017-06-08. - М.: Минстрой России, 2017. - 68 с.
7. ГОСТ 22690-2015. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. - Введ. 2016-04-01. - М.: Стандартиформ, 2016. - 20 с.
8. ГОСТ 18105-2018. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. - Введ. 2019-01-01. - М.: Стандартиформ, 2018. - 24 с.
9. ГОСТ 31937-2024. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. - Введ. 2024-05-01 // Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1305691614> (дата обращения: 20.05.2025).
10. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. - Введ. 2019-01-01. - М.: Минстрой России, 2018. - 92 с.
11. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий / ОАО «ЦНИИПромзданий». - М., 2004. - 192 с.

### List of references

1. Recommendations for the Inspection of Building Structures of Industrial Buildings / TsNIIPromzdaniy. - Moscow, 2018. - 156 p.
2. Methodological Recommendations for Assessing the Residual Service Life of Buildings and Structures / NIIZhB. - Moscow, 2019. - 112 p.
3. Technical Report No. 46/3-23-4-Отч.1 on the Results of the Technical Condition Survey of the Building Structures of the Building Located at: Novovoronezh, Voronezhskoe Shosse, 3V / LLC "RESOURCE". - Voronezh, 2024. - 118 p.
4. Federal Law "Technical Regulation on the Safety of Buildings and Structures" dated December 30, 2009 N 384-FZ (as amended on December 25, 2023) // SPS "ConsultantPlus" [Electronic resource]: Access mode: URL [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/) (accessed: 20.05.2025).
5. SP 13-102-2003. Rules for the Inspection of Load-Bearing Building Structures of Buildings and Structures. - Introduced 2003-08-21. - Moscow: Gosstroy of Russia, 2003. - 44 p.
6. SP 28.13330.2017. Corrosion Protection of Building Structures. Updated Edition of

SNiP 2.03.11-85. - Introduced 2017-06-08. - Moscow: Ministry of Russia, 2017. - 68 p.

7. GOST 22690-2015. Concretes. Determination of Strength by Mechanical Methods of Non-Destructive Testing. - Introduced 2016-04-01. - Moscow: Standartinform, 2016. - 20 p.

8. GOST 18105-2018. Concretes. Rules for Control and Assessment of Strength. - Introduced 2019-01-01. - Moscow: Standartinform, 2018. - 24 p.

9. GOST 31937-2024. Buildings and Structures. Rules for Inspection and Monitoring of Technical Condition. - Introduced 2024-05-01 // Federal Agency for Technical Regulation and Metrology (Rosstandart) [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1305691614> (accessed: 20.05.2025).

10. SP 63.13330.2018. Concrete and Reinforced Concrete Structures. Main Provisions. Updated Edition of SNiP 52-01-2003. - Introduced 2019-01-01. - Moscow: Ministry of Russia, 2018. - 92 p.

11. Manual on the Inspection of Building Structures of Buildings / JSC "TsNIIPromzdaniy". - Moscow, 2004. - 192 p.

УДК 69.032.4

## ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КИРПИЧНЫХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ МАЛОЙ ЭТАЖНОСТИ

В. Н. Старцев, Н. А. Сухорукова

---

**Старцев Владимир Николаевич**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности, E-mail: vnstar@yandex.ru

**Сухорукова Наталия Анатольевна**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мКНС-232, E-mail: flower232@mail.ru

---

**Аннотация:** в статье рассматриваются особенности оценки технического состояния кирпичных многоквартирных жилых зданий малой этажности, составляющих значительную долю в фонде жилищного строительства. Объекты исследования - двух и пятиэтажные дома, построенные преимущественно до 1990 года, с несущими стенами из силикатного кирпича и деревянными или сборными железобетонными перекрытиями. Рассмотрены основные этапы обследования: визуальный контроль, инструментальное обследование, обследование фундаментов, инженерно-геологические изыскания. Приведены типовые дефекты конструкций, причины их возникновения и рекомендации по восстановлению. Показаны методы классификации технического состояния зданий в зависимости от степени износа и повреждений. Определение технического состояния жилого дома важно для проведения капитального ремонта или реконструкции. Акцент сделан на необходимости комплексного подхода при диагностике объектов для обеспечения безопасности эксплуатации и продления срока службы.

**Ключевые слова:** кирпичное здание, техническое состояние, обследование зданий, физический износ, многоквартирный дом.

## FEATURES OF THE ASSESSMENT OF THE TECHNICAL CONDITION OF BRICK MULTI-APARTMENT RESIDENTIAL BUILDINGS OF LOW STOREYS

V. N. Startsev, N. A. Sukhorukova

---

**Startsev Vladimir Nikolaevich**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technosphere and Fire Safety, E-mail: vnstar@yandex.ru

**Sukhorukova Natalia Anatolyevna**, Voronezh State Technical University, Master's student of the group mKNS-232, E-mail: flower232@mail.

---

**Abstract:** the article discusses the features of assessing the technical condition of brick multi-apartment residential buildings with low floors, which make up a significant share of the housing construction fund. The objects of the study are two- and five-storey houses, built mainly before 1990, with load-bearing walls made of silicate bricks and wooden or precast reinforced concrete floors. The main stages of the survey are considered: visual inspection, instrumental inspection, foundation inspection, engineering and geological surveys. Typical structural defects, their causes and recommendations for restoration are given. The methods of classifying the technical condition of buildings depending on the

degree of wear and damage are shown. Determining the technical condition of an apartment building is important for carrying out major repairs or reconstruction. The emphasis is placed on the need for an integrated approach in the diagnosis of facilities to ensure operational safety and extend service life.

**Keywords:** brick building, technical condition, building inspection, physical wear and tear, apartment building.

Актуальность. Кирпичные многоквартирные жилые дома малой этажности (2–5 этажей) занимают важное место в структуре городской застройки, особенно в исторических районах. Большинство таких зданий были возведены в период с 1930-х по 1980-е годы. Здания накопили повреждения с учетом продолжительного срока эксплуатации и влияния внешних факторов, изменились физико-механические характеристики материалов конструкций [1]. Указанные факторы свидетельствуют о необходимости системной диагностики технического состояния их несущих и ограждающих конструкций.

Цель данной работы - анализ особенностей оценки технического состояния кирпичных малоэтажных жилых зданий, выявление характерных дефектов и формирование рекомендаций по дальнейшей эксплуатации и восстановлению конструктивных элементов.

Объектами исследования являются кирпичные многоквартирные жилые дома малой этажности [2] (рис 1).



**Рис. 1. Кирпичный многоквартирный жилой дом малой этажности**

Основные характеристики объектов исследования:

- этажность - от 2 до 5;
- материал несущих стен - силикатный кирпич;
- тип перекрытий - деревянные балочные либо сборные железобетонные;
- возраст - от 40 до 90 лет;
- наличие архитектурных деталей - карнизы, парапеты, входные группы;
- наличие высокого физического износа - строительные материалы низкого качества и малой долговечности.

Рассматриваемые здания отличаются от современных использованием устаревших технологий и материалов, а также нередко недостаточной защитой от климатических воздействий.

Для определения технического состояния жилого здания проводятся исследования состояния его конструктивных элементов: несущих стен, перекрытий, фундаментов, инженерных систем.

Несущие стены из кирпича имеют достаточный запас прочности для малоэтажной застройки, но подвержены следующим видам повреждений [3,4]:

- трещинообразование при отсутствии армирования кладки;
- выветривание раствора швов;
- местные разрушения в цокольной части;
- отслоение штукатурки и отделочных слоёв;
- разрушения поверхности кладки в местах нарушения водоотведения с кровли.

Деревянные перекрытия - склонны к гниению, поражению насекомыми, а так же создают дополнительную пожарную нагрузку.

Железобетонные плиты - для железобетонных плит изготовленных до 1960-х годов наблюдаются прогибы, коррозия арматуры и отслоение бетона, карбонизация бетона [5,6].

Преимущественно ленточные каменные или бутобетонные фундаменты со временем теряют прочность, часто возникает трещинообразование даже при небольших неравномерностях осадок ввиду отсутствия армирования или армопоясов и относительной большой протяжённости фундаментов [7].

Системы водоснабжения и водоотведения, отопления и вентиляции, газоснабжения, электроснабжения и слаботочные системы морально и физически устарели, что в большинстве случаев требует полной замены.

Визуальный контроль - это первый этап, позволяющий выявить явные признаки износа:

- трещины;
- отклонения от вертикали;
- прогибы перекрытий;
- следы протечек и намокания стен.

Инструментальное обследование. Осуществляется с применением специальных приборов:

- измерение ширины и глубины трещин;
- определение влажности кладки;
- испытания на прочность кирпича и раствора;
- контроль состояния арматуры в железобетонных элементах.

Геодезические измерения позволяют выявить:

- крен здания;
- отклонение стен от вертикали;
- деформации углов и проёмов.

Обследование фундаментов. Проводится вскрытие шурфов, визуальный контроль состояния и отбор проб грунта основания:

- наличие трещин;
- коррозия бетона [5];
- контакт с грунтом.

Инженерно-геологические изыскания, необходимы для оценки:

- несущей способности грунтов;
- уровня грунтовых вод;
- склонности к просадке или пучению.

Оценка категории технического состояния [8,9].

На основе собранных данных здание может быть отнесено к одной из категорий (см. табл. 1).

Таблица 1

## Категории технического состояния зданий

Категория	Характеристика
Нормативное техническое состояние	Все конструкции соответствуют нормативным требованиям, ограничений по эксплуатации нет.
Работоспособное	Имеются незначительные дефекты, не влияющие на эксплуатацию
Ограниченно работоспособное	Имеются локальные повреждения, требующие ремонта или усиления
Аварийное	Наличие критических повреждений, угрожающих жизни и здоровью, требует расселения и возможного сноса

Рассмотрим основные причины возникновения типовых дефектов зданий указаны (см. табл. 2).

Таблица 2

## Примеры типовых дефектов и причин их возникновения

Дефект	Причина
Вертикальные трещины в стенах	Неравномерная осадка фундамента
Горизонтальные трещины	Перегрузка стен или разрушение раствора
Отслоение штукатурки	Повышенная влажность, низкая адгезия
Прогибы перекрытий	Биологические повреждения деревянных балок, недостаточная жёсткость железобетонных плит
Плесень и грибок	Нарушение гидроизоляции или вентиляции. Несоответствие современным нормам теплотехнических характеристик стен

Рекомендации по восстановлению и ремонту.

На основе результатов обследования могут быть рекомендованы следующие мероприятия:

1. усиление кирпичных стен с помощью металлических или железобетонных обойм;
2. гидроизоляция фундаментов и дренаж грунтовых вод [10];
3. замена деревянных перекрытий на железобетонные;
4. замена инженерных систем;
5. утепление ограждающих конструкций;
6. устройство дополнительных связей и армирования в зонах трещинообразования.

Оценка технического состояния кирпичных многоквартирных жилых зданий малой этажности представляет собой комплексную задачу, требующую участия специалистов высокой квалификации. Выявленные дефекты, степень физического износа и прогноз поведения конструкций в условиях эксплуатации позволяют принимать обоснованные решения относительно дальнейшей судьбы объекта: капитального ремонта, реконструкции или признания его аварийным. Только системный подход к обследованию и последующему восстановлению позволит сохранить жилищный фонд и обеспечить безопасность проживания граждан, а так же сохранить архитектурный образ застройки, которую уже на сегодняшний день можно считать исторической.

## Список литературы

1. Консультант-плюс / Федеральный закон от 30.12.2009 N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/) (дата обращения: 25.05.2025).
2. СП 54.13330.2022 Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003 [Текст]. – Введ. 2022-06-14. – М. : Минрегион России, 2022. – 56 с.
3. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 [Текст]. – Введ. 2013-01-01. – М. : Минрегион России, 2012. – 96 с.
4. СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81 [Текст]. – Введ. 2013-07-01. – М. : Минрегион России, 2012. – 90 с.
5. ГОСТ 31384-2017 «Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [https://www.mos.ru/upload/documents/files/3974/GOST31384-2017Zashitabetonnihjelezobetonnihkonstrykciiotkorrozii\\_.pdf](https://www.mos.ru/upload/documents/files/3974/GOST31384-2017Zashitabetonnihjelezobetonnihkonstrykciiotkorrozii_.pdf) (дата обращения: 25.05.2025).
6. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 [Текст]. – Введ. 2019-20-06. – М. : Минрегион России, 2012. – 138 с.
7. СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\* [Текст]. – Введ. 2011-05-20. – М. : Минрегион России, 2011. – 163 с.
8. СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.– Введ. 2003-08-21. – М. : ФГУП «КТБ ЖБ», 2003. – 31 с.
9. ГОСТ 31937-2024 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [https://www.tehobsledovanie.ru/docs/5\\_gost\\_31937\\_2024.pdf](https://www.tehobsledovanie.ru/docs/5_gost_31937_2024.pdf) (дата обращения: 25.05.2025).
10. СП 71.13330.2017 Изоляционные и отделочные покрытия. Актуализированная редакция (СНиП 3.04.01-87). [Текст]. – Введ. 2017-08-28. – М. : Минрегион России, 2017. – 80 с.

## List of references

1. Consultant-plus / Federal Law No. 384-FZ dated 12/30/2009 "Technical Regulations on the Safety of Buildings and structures" [Electronic resource]: Available at URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/) (date of application: 05/25/2025).
2. SP 54.13330.2022 Residential apartment buildings. Updated edition of SNiP 31-01-2003 [Text]. – Introduction. 2022-06-14. Moscow : Ministry of Regional Development of Russia, 2022. 56 p.
3. SP 70.13330.2012 Load-bearing and enclosing structures. Updated version of SNiP 3.03.01-87 [Text]. – Introduction. 2013-01-01. Moscow : Ministry of Regional Development of Russia, 2012. 96 p.
4. SP 15.13330.2012 Stone and reinforced stone structures. Updated version of SNiP II-22-81 [Text]. – Introduction. 2013-07-01. Moscow : Ministry of Regional Development of Russia, 2012. 90 p.
5. GOST 31384-2017 "Protection of concrete and reinforced concrete structures from corrosion" [Electronic resource]: Access mode: URL: [https://www.mos.ru/upload/documents/files/3974/GOST31384-2017Zashitabetonnihjelezobetonnihkonstrykciiotkorrozii\\_.pdf](https://www.mos.ru/upload/documents/files/3974/GOST31384-2017Zashitabetonnihjelezobetonnihkonstrykciiotkorrozii_.pdf) (date of request:05/25/2025).

6. SP 63.13330.2018 Concrete and reinforced concrete structures. The main provisions. Updated edition of SNIIP 52-01-2003 [Text]. – Introduction. 2019-20-06. Moscow : Ministry of Regional Development of Russia, 2012. 138 p.

7. SP 22.13330.2011 Foundations of buildings and structures. Updated version of SNIIP 2.02.01-83\* [Text]. – Introduction. 2011-05-20. Moscow : Ministry of Regional Development of Russia, 2011. 163 p.

8. SP 13-102-2003 Rules for the inspection of load-bearing building structures of buildings and structures.– Introduction. 2003-08-21. Moscow : FSUE "KTB ZHB", 2003. 31 p

9. GOST 31937-2024 "Buildings and structures. Rules of inspection and monitoring of technical condition" [Electronic resource]: Access mode: URL: [https://www.tehobsledovanie.ru/docs/5\\_gost\\_31937\\_2024.pdf](https://www.tehobsledovanie.ru/docs/5_gost_31937_2024.pdf) (date of application: 05/25/2025).

10. SP 71.13330.2017 Insulation and finishing coatings. Updated version (SNIIP 3.04.01-87). [Text]. – Introduction. 2017-08-28. Moscow : Ministry of Regional Development of Russia, 2017. 80 p.

УДК 69:005.6 (075.8)

## ОСОБЕННОСТИ МОНОЛИТНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

А. Н. Ткаченко, А. Н. Василенко, Д. Ю. Горловой

---

**Ткаченко Александр Николаевич**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: tan\_k56@mail.ru

**Василенко Анна Николаевна**, Воронежский государственный технический университет, старший преподаватель кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: van.tsp@yandex.ru

**Горловой Дмитрий Юрьевич**, Воронежский государственный технический университет, студент гр. СВЗ-211, E-mail: dmitry.gorlovoj@yandex.ru

---

**Аннотация:** в условиях роста строительной активности в регионах с экстремальным климатом всё острее становится проблема выполнения монолитных работ при высоких температурах, превышающих 30°C. В статье рассматриваются технологические сложности и риски, связанные с производством, транспортировкой и укладкой бетона, а также обеспечением безопасных условий труда рабочих. Особое внимание уделено влиянию жаркого климата на качество бетонных смесей, включая потерю удобоукладываемости и снижение прочности. Приведены примеры реализации масштабных проектов - строительства атомных электростанций в Турции и Египте, где применяются мобильные бетонные заводы, химические добавки, ингибиторы коррозии и специальные методы уплотнения смеси. Показана важность адаптации традиционных технологий к местным климатическим условиям, включая организацию ночных смен и регламентацию перерывов для повышения безопасности, и эффективности работ.

**Ключевые слова:** монолитные работы, высокие температуры, мобильные заводы, уплотнение бетона, добавки, АЭС.

## FEATURES OF MONOLITHIC WORKS UNDER HIGH TEMPERATURE CONDITIONS

A. N. Tkachenko, A. N. Vasilenko, D. Yu. Gorlovoi

---

**Tkachenko Alexander Nikolaevich**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, Construction Organization, Appraisal and Real Estate Management, E-mail: tan\_k56@mail.ru

**Vasilyenko Anna Nikolaevna**, Voronezh State Technical University, Senior Lecturer of the Department of Technology, Construction Organization, Appraisal and Real Estate Management, E-mail: van.tsp@yandex.ru

**Gorlovoi Dmitry Yurievich**, Voronezh State Technical University, student of group SVZ-211, E-mail: dmitry.gorlovoj@yandex.ru

---

**Abstract:** in conditions of growing construction activity in regions with extreme climates, the problem of carrying out monolithic works at high temperatures exceeding 30°C becomes increasingly acute. The article discusses technological difficulties and risks associated with the production, transportation, and placement of concrete, as well as

ensuring safe working conditions for workers. Particular attention is paid to the impact of hot climate on the quality of concrete mixtures, including loss of workability and reduced strength. Examples of large-scale projects are given — the construction of nuclear power plants in Turkey and Egypt, where mobile concrete plants, chemical additives, corrosion inhibitors, and special compaction methods are used. The importance of adapting traditional technologies to local climatic conditions is shown, including the organization of night shifts and regulated breaks to improve safety and work efficiency.

**Keywords:** monolithic works, high temperatures, mobile plants, concrete compaction, additives, NPP.

Современное строительство продолжает расширять свои горизонты, охватывая регионы с экстремальными климатическими условиями. Особенно актуальной становится проблема выполнения монолитных работ в жарких странах, где среднегодовая температура превышает 30°C (см. табл. 1). Повышение температуры оказывает значительное влияние на технологические процессы, такие как бетонирование, арматурные работы и обеспечение безопасных условий труда для рабочих [2].

Таблица 1

## Среднегодовые температуры в жарких странах

Страна	Среднегодовая температура (°C)
Кувейт	30
Саудовская Аравия	28
Египет	29
Иран	25-30
Афганистан	28
Пакистан	25-30
Судан	25-30
Турция	27

Одной из ключевых задач является сохранение качества бетона при его производстве, транспортировке и укладке. Например, потеря удобоукладываемости смеси и снижение её прочности становятся критическими факторами, которые могут привести к деформациям конструкций или их разрушению [3]. Кроме того, особое внимание уделяется использованию воды для приготовления бетона, особенно в регионах, где доступна только морская вода.

Цель данной статьи является анализ специфики выполнения монолитных работ в условиях высоких температур на примерах строительства атомных электростанций (АЭС) в Турции и Египте [4].

Одной из главных проблем в жарком климате является использование морской воды для приготовления бетонной смеси. Морская вода содержит соли, которые могут вызвать коррозию арматуры и снизить долговечность конструкций [5]. Для решения этой проблемы применяются методы опреснения или использование химических добавок, таких как ингибиторы коррозии и пластификаторы [6].

Способы доставки бетонной смеси также играют важную роль. На крупных строительных площадках, таких как АЭС в Турции и Египте, часто размещаются мобильные бетонные заводы. Это позволяет сократить время доставки смеси и минимизировать её потери при транспортировке [7].

Подача бетона осуществляется с помощью автобетононасосов или бетоноукладчиков. Для уплотнения бетонной смеси используются глубинные вибраторы,

поверхностные виброплощадки и виброрейки [8]. Эти методы обеспечивают качественное уплотнение, даже при повышенной температуре (рис. 1).



**Рис. 1. Процесс укладки и уплотнения бетонной смеси**

Арматурные работы требуют использования специальных приспособлений, таких как подмости и леса, которые обеспечивают безопасный доступ исполнителей к рабочим зонам. Условия труда рабочих при высоких температурах и работе на высоте крайне осложнены в дневные смены. Для снижения рисков травматизма и количества несчастных случаев рекомендуется организовывать ночные смены [9].

Перерывы для отдыха и обеда должны быть регламентированы с учетом климатических условий. Кроме того, требования техники безопасности на строительной площадке ужесточаются (см. табл. 2).

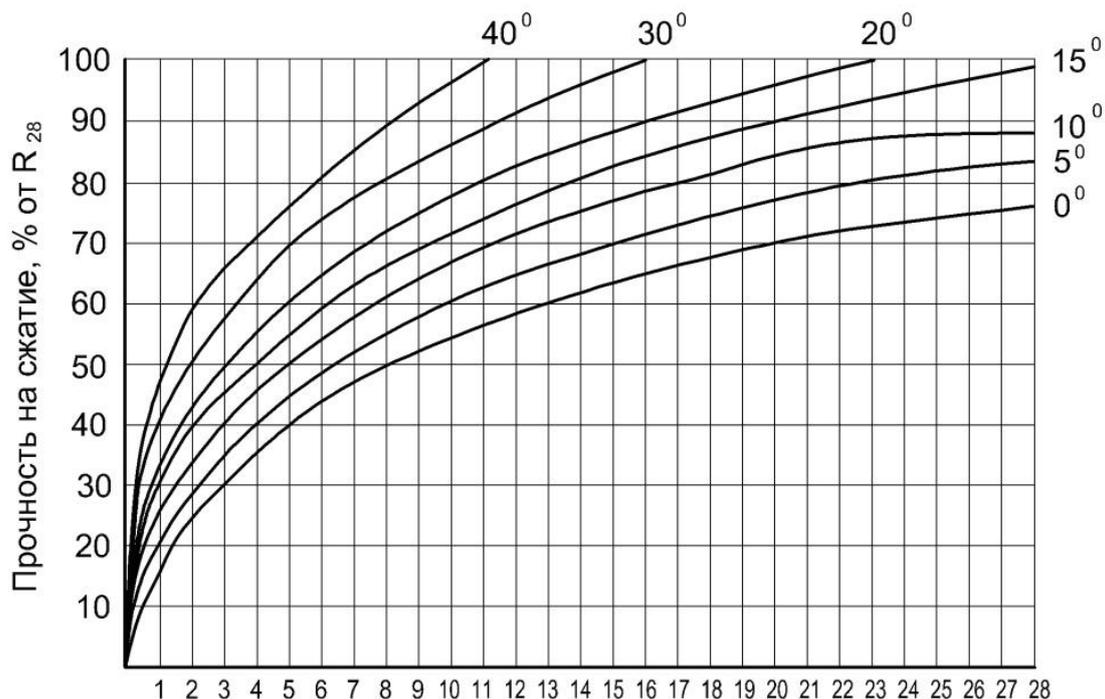
**Таблица 2**

**Рекомендуемые перерывы для рабочих при высоких температурах**

Температура воздуха на рабочем месте, °С	Время пребывания, не более, при категориях работ, ч.		
	Ia-Iб	IIa-IIб	III
32,5	1	-	-
32,0	2	-	-
31,5	2,5	1	-
31,0	3	2	-
30,5	4	2,5	1
30,0	5	3	2
29,5	5,5	4	2,5
29,0	6	5	3

Анализируя опыт строительства АЭС в Турции и Египте, можно отметить, что технологии монолитных работ адаптируются под местные условия. При повышенных

температурах наружного воздуха происходит сокращение времени схватывания бетона и повышение скорости набора им прочности (рис. 2).



**Рис. 2. Зависимость скорости набора прочности бетона от времени при температуре 30°C и 40°C.**

Для сохранения удобоукладываемости бетонной смеси в этих условиях используют специальные добавки, такие как замедлители схватывания и пластификаторы [11].

В результате анализа установлено, что строительство в жарком климате требует адаптации традиционных технологий. Использование опресненной воды, мобильных бетонных заводов и современных методов уплотнения бетона позволяет повысить качество монолитных работ. Особое внимание следует уделять условиям труда рабочих и технике безопасности. Практика строительства АЭС в Турции и Египте показывает, что применение различных технологических приёмов способствует успешному выполнению работ даже при экстремальных температурах.

### Список литературы

1. Бетонные и железобетонные работы. Справочник строителя / под ред. В.Д. Топчого. - Москва: Стройиздат, 1987. - 512 с.
2. Дикман, Л. Г. Организация строительного производства. - Москва: Издательство АСВ, 2002. - 432 с.
3. Иванов, А. А. Современные технологии строительства в жарком климате // Строительные материалы и технологии. - 2021. - № 3. - С. 45–50.
4. Кузнецов, А. И. Безопасность труда в строительстве. - Москва: Высшая школа, 2018. - 368 с.
5. Петров, В. Г. Коррозия арматуры в бетоне: причины и методы борьбы // Промышленное строительство. - 2019. - № 5. - С. 12–17.
6. Сидоров, К. Л. Химические добавки для бетона: теория и практика. - Москва: Стройиздат, 2020. - 288 с.
7. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. - Москва: Минстрой РФ, 2016. - актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*.

8. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. - Москва: Минстрой РФ, 2016. - актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*.
9. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. - Москва: Минстрой РФ, 2018. - актуализированная редакция СНиП 52-01-2003.
10. Смирнов С. П. Особенности монолитных работ в условиях высоких температур / С. П. Смирнов, Н. А. Васильева // Строительные технологии XXI века. - 2020. - № 4. - С. 22–27.

### **List of references**

1. Concrete and reinforced concrete works. The Builder's Handbook / edited by V.D. Topchey. Moscow: Stroyizdat, 1987. 512 p
2. Dikman, L. G. Organization of construction production. Moscow: DIA Publishing House, 2002. 432 p
3. Ivanov, A. A. Modern construction technologies in hot climates // Building Materials and Technologies. - 2021. - No. 3. - pp. 45-50.
4. Kuznetsov, A. I. Labor safety in construction. - Moscow: Higher School, 2018. 368 p
5. Petrov, V. G. Corrosion of reinforcement in concrete: causes and methods of control // Industrial construction. - 2019. - No. 5. - pp. 12-17.
6. Sidorov, K. L. Chemical additives for concrete: theory and practice. - Moscow: Stroyizdat, 2020. - 288 p
7. SP 20.13330.2016. Loads and impacts. - Moscow: Ministry of Construction of the Russian Federation, 2016. - updated edition of SNiP 2.01.07-85\*.
8. SP 22.13330.2016. Foundations of buildings and structures. - Moscow: Ministry of Construction of the Russian Federation, 2016. - updated edition of SNiP 2.02.01-83\*.
9. SP 63.13330.2018. Concrete and reinforced concrete structures. Moscow: Ministry of Construction of the Russian Federation, 2018. updated edition of SNiP 52-01-2003.
10. Smirnov S. P. Features of monolithic works at high temperatures / S. P. Smirnov, N. A. Vasilyeva // Construction technologies of the XXI century. - 2020. - No. 4. - pp. 22-27.

УДК 69:693:8

## ОЦЕНКА ПОЛНОТЫ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ МОНТАЖНЫХ, АНТИКОРРОЗИОННЫХ РАБОТ НА ПРИМЕРЕ РЕАЛЬНОГО ПРОЕКТА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ (ППР)

А. Н. Ткаченко, А. П. Трубчанинов

---

**Ткаченко Александр Николаевич**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: tan\_k56@mail.ru

**Трубчанинов Алексей Петрович**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мКНС-232, E-mail: trubchaninovl@mail.ru

---

**Аннотация:** в статье рассматривается комплексный анализ требований охраны труда в проекте производства работ (ППР) при выполнении строительно-монтажных и антикоррозионных работ. Проведено детальное исследование соответствия положений ППР действующим нормативным требованиям, в результате чего выявлены существенные недочёты в организации безопасности на производственных объектах. На основании проведенного анализа разработаны практические рекомендации по совершенствованию системы охраны труда, включающие обязательное применение средств индивидуальной защиты, оптимизацию складского хозяйства и повышение безопасности такелажных операций. Особое внимание уделено разработке конкретных мероприятий, направленных на устранение выявленных недостатков, модернизацию структуры ППР и создание безопасных условий труда, что в конечном итоге способствует минимизации производственных рисков и предотвращению случаев травматизма при выполнении строительных работ.

**Ключевые слова:** охрана труда, монтажные работы, антикоррозионная защита, анализ, ППР.

## ASSESSMENT OF THE COMPLETENESS OF SECURITY MEASURES PERFORMING INSTALLATION AND ANTI-CORROSION WORK ON AN EXAMPLE OF A REAL WORK PRODUCTION PROJECT

A. N. Tkachenko, A. P. Trubchaninov

---

**Tkachenko Alexander Nikolaevich**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, Construction Organization, Expertise and Real Estate Management, E-mail: tan\_k56@mail.ru

**Trubchaninov Alexey Petrovich**, Voronezh State Technical University, Master's student of the group mKNS-232, E-mail: trubchaninovl@mail.ru

---

**Abstract:** the article considers a comprehensive analysis of labor protection requirements in a work production project (PRP) during construction, installation and anti-corrosion work. A detailed study of the compliance of the provisions of the PP with the current regulatory requirements has been conducted, as a result of which significant shortcomings in the organization of safety at production facilities have been identified. Based on the

analysis, practical recommendations have been developed to improve the occupational safety and health system, including the mandatory use of personal protective equipment, optimization of warehouse facilities and increased safety of rigging operations. Special attention is paid to the development of specific measures aimed at eliminating the identified shortcomings, modernizing the structure of the construction industry and creating safe working conditions, which ultimately helps to minimize production risks and prevent injuries during specialized construction work.

**Keywords:** labor protection, installation work, anti-corrosion protection, analysis, PPR.

Обеспечение безопасности при выполнении монтажных и антикоррозионных работ является одним из центральных аспектов строительного производства. Несоблюдение правил охраны труда и техники безопасности способно привести к травмам, аварийным ситуациям и значительным финансовым убыткам.

Аналитический обзор осуществлён на основании проекта производства работ, касающегося монтажа металлических конструкций ангара для хранения брига «Россия» и двух катеров марки «Балтика» на площадке Средне-Невского судоремонтного завода. В ходе проверки обнаружены возможности для улучшения безопасности, что позволит свести к минимуму потенциальные риски. Технические вопросы безопасности рассмотрены с учётом современных нормативных требований [1]. В разделе, посвящённом монтажным работам, акцент сделан на зонировании опасных участков, критериях устойчивости конструкций и детальном регламенте проведения работ на высоте [2]. Тем не менее, отсутствие ясных предписаний относительно типов страховочных систем и контроля оборудования на ежесменной основе создаёт потенциальные угрозы.

При тщательном анализе организации монтажных работ выявляются системные недостатки, требующие безотлагательного устранения. В части страховочных систем отсутствуют чёткие технические требования к используемому оборудованию. В частности, отсутствуют нормы, регламентирующие обязательный класс страховочных привязей, который должен соответствовать [3] и включать амортизаторы, уменьшающие динамическую нагрузку при резком рывке [4]. Анкерные точки крепления часто выбираются без учёта необходимого минимального уровня прочности, это создаёт прямую угрозу жизни работников [3,4]. Ежедневные проверки страховочного оборудования либо не проводятся совсем, либо выполняются формально, без применения специальных контрольных чек-листов [5].

Страховочные привязи обязаны полностью соответствовать условиям, предусмотренным в [6]. Данный стандарт предъявляет строгие требования к конструкции и эксплуатационным характеристикам страховочных привязей. Согласно ГОСТ [6], страховочная привязь должна иметь плечевые и ножные лямки или элементы, охватывающие бедра, а также оснащаться центральным D-образным кольцом на спине для крепления страховочного устройства. Крайне важно, чтобы система могла регулироваться под рост пользователя. Для работы допускаются только сертифицированные страховочные системы, соответствующие [6]. Каждая сертифицированная привязь обязательно снабжена биркой с указанием стандарта, даты изготовления, срока службы, максимально допустимой нагрузки и информации о производителе. Особую значимость имеет применение амортизаторов динамической нагрузки, снижающих рывковую нагрузку до 6 кН, являющихся обязательным компонентом системы безопасности. Амортизаторы должны отвечать требованиям [4] «Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Амортизаторы», которые предусматривают, что качественный амортизатор обязан:

1. ограничивать динамическую нагрузку на тело работника безопасным максимумом - не более 6 кН;
2. иметь чёткую маркировку с указанием рабочего диапазона длины;

3. обеспечивать плавное гашение энергии падения благодаря специализированной конструкции (тканевая лента со строчкой-швом, которая постепенно рвётся при рывке, либо плетёная конструкция, удлиняющаяся под нагрузкой);

4. выдерживать минимум пять циклов испытаний на динамическую нагрузку.

При выборе анкерной точки крепления ключевое требование - выдерживание статической нагрузки не менее 15 кН (около 1500 кг), что соответствует максимально возможному рывку при падении. Точка крепления должна располагаться выше центра тяжести работника, чтобы снизить риск опрокидывания при резком срыве, и быть совместимой с D-образным кольцом страховочной привязи [6,7]. Перед каждым применением анкерной точки требуется проведение тщательного визуального осмотра на предмет отсутствия трещин, коррозии и деформаций. После любого значимого динамического воздействия (например, рывка при падении) анкерное устройство подлежит обязательной замене вне зависимости от видимых дефектов.

При осмотре страховочного оборудования визуальную проверку начинают с текстильных элементов. Лямки привязи должны быть проверены на отсутствие порезов, разрывов, истирания и признаков воздействия, химических или термических факторов, с особым вниманием к состоянию строчек и швов, которые не должны иметь распускающихся нитей. Металлические части (карабины, соединительные звенья) осматриваются на предмет отсутствия трещин, деформаций и очагов коррозии, при этом проверяется плавность работы запирающих механизмов, которые обязаны открываться и закрываться без заеданий. Обязательным является контроль наличия и читаемости маркировочных бирок с указанием соответствия [6,7], даты изготовления, срока службы и максимальной нагрузки.

Функциональная проверка включает тестирование всех регулировочных пряжек, которые должны надёжно фиксироваться без проскальзывания, проверку правильности работы амортизаторов (если они установлены) и целостности стропов с соединяющими элементами. Особое внимание при проверке страховочных привязей уделяется точкам крепления (D-кольцам), состоянию всех пряжек и элементов регулирования, а также подкладке в области бедер и талии. Анкерные устройства требуют проверки надёжности крепления к конструкции, состояния самой анкерной точки и соединительных элементов. Верёвки и стропы проверяются на отсутствие перегибов, узлов и локальных утолщений, при этом контролируется равномерность плетения.

Результаты ежедневной проверки обязательно фиксируются в журнале учёта с указанием даты, Ф.И.О. проверяющего, инвентарного номера оборудования и всех обнаруженных замечаний, с обязательной подписью ответственного лица. Осмотр проводится при хорошем освещении, элементы рассматриваются в развернутом виде, с особым вниманием к зонам постоянного изгиба и трения. Если выявляются какие-либо дефекты, оборудование немедленно изымается из эксплуатации, маркируется как непригодное, сообщается ответственному сотруднику, и проводится замена на исправное. Строго запрещено использовать оборудование с истекшим сроком службы или имеющее повреждения.

Далее рассмотрим организацию высотных работ. Организация таких задач страдает значительными упущениями в части обеспечения безопасных условий труда. Особое беспокойство вызывает отсутствие ясных нормативов по углам наклона лестниц, а также по ширине переходных трапов и мостиков.

При проведении высотных работ, связанных с перемещением рабочих между различными конструкциями, особое внимание следует уделять безопасной организации переходных трапов и лестниц. Основные нормативные требования регламентируются документами [2], [8] и [10].

Угол наклона переходных лестниц должен укладываться в допустимый диапазон между 45 и 60 градусами к горизонтали, при этом оптимальным считается угол от 50 до 55

градусов, обеспечивающий комфорт и безопасность перемещения. Если угол превышает 60 градусов, необходимо применять дополнительные средства страховки.

Технические параметры переходных конструкций предусматривают следующие требования [2,5,8]: ширина трапов не менее 0,6 м, высота ограждений — не менее 1,1 м, а при перепаде высот более 3 м требуется наличие промежуточных горизонтальных площадок. Обязательно наличие двусторонних перил высотой от 1,0 до 1,2 м.

Контроль и эксплуатация переходных конструкций включают ежемесячную проверку устойчивости, состояния крепежей и целостности ограждений. Запрещается использовать переходы с углом наклона более 75° без дополнительной страховки, эксплуатировать переходы с зазорами между элементами более 5 см и применять их без надлежащих протоколов испытаний.

В сегменте грузоподъемного оборудования выявлены критичные нарушения. Отсутствует система цветовой маркировки стропов в соответствии с их грузоподъемностью, что может привести к использованию неподходящего такелажа. Нет четкого регламента для выявления браковки дефектных элементов, поэтому изношенные стропы с повреждёнными нитями, деформированные крюки или траверсы с трещинами могут применяться в работе, что недопустимо.

Регулярность проверки стропов и соответствия их маркировки действующим требованиям предусмотрена нормативными документами: проверка должна быть проведена перед каждым применением стропов, а также не менее одного раза в десять дней во время эксплуатации [9]. Соблюдение требований по цветовой маркировке стропов по грузоподъемности является важным элементом системы промышленной безопасности и помогает предотвращать аварии и несчастные случаи в области грузоподъемных операций.

Аналогичная ситуация наблюдается в разделе, посвящённом антикоррозионным работам, где, несмотря на общие требования к вентиляции и противопожарной безопасности, отсутствуют конкретные параметры для вентиляционных систем и перечень средств индивидуальной защиты (СИЗ) для различных технологических операций [7,11].

В ходе выполнения антикоррозионных работ, в соответствии с требованиями [11] и [12], должны быть гарантированы определённые параметры вентиляционных систем. Общая приточно-вытяжная вентиляция обязана обеспечить минимальный воздухообмен в диапазоне от 10 до 12 крат в час (в зависимости от токсичности используемых лакокрасочных материалов), при этом скорость движения воздуха должна составлять 0,3–0,5 м/с с целью предотвращения скопления вредных паров. Вытяжные устройства рекомендуется располагать в нижней зоне помещения во время работы с тяжёлыми парами.

В процессе реализации различных технологических операций по антикоррозионной защите обязательным является применение средств индивидуальной защиты (СИЗ) в соответствии с Типовыми нормами выдачи СИЗ [6] и [9]:

На этапе подготовки поверхности (очистка, обезжиривание) сотрудники должны быть обеспечены защитными очками [13] для предотвращения попадания пыли и брызг, респираторами класса FFP3 [14] при проведении пескоструйной очистки, антивибрационными перчатками [15] при работе с углошлифовальными машинами, а также хлопчатобумажными комбинезонами с пропиткой [16], которые предохраняют от абразивной пыли. При нанесении лакокрасочных материалов (окраска, напыление) обязательно использование противогазов или полумасок с фильтрами класса A1B1E1K1 [5] для защиты от паров растворителей, герметичных очков [13] от разбрызгивания, химически устойчивых костюмов типа «Тайвек» [17]. В дополнение к этому, необходимы защитные каски [18] при работе на высоте, а также специализированная защитная обувь [19] с противоскользящей подошвой.

Система индивидуальных и коллективных средств защиты изложена в ППР достаточно подробно, включая требования по сертификации и правила хранения. Тем не

менее, отсутствие расписания замены средств защиты и регламентов их регулярной проверки снижает эффективность функционирования системы.

Проведённый анализ выявил, что, несмотря на тщательную проработку технических аспектов безопасности, в проекте существуют системные недочёты, требующие незамедлительного исправления.

Для снижения рисков получения травм и возникновения аварий необходимо предпринять следующие меры:

- ввести чёткие требования к системам страховки (с обязательным соблюдением ГОСТов и ежесменным контролем) [6,7];
- расширить и конкретизировать нормы касательно организации выполнения высотных работ (включая углы наклона, установку ограждений, обустройство промежуточных площадок) [2,8,10];
- внедрить систему маркировки и браковки грузоподъемной техники [9];
- уточнить параметры вентиляции и список средств индивидуальной защиты, применяемых при антикоррозионных работах [7,11];
- разработать и утвердить графики замены и проверки защитных средств [6].

Только системный и комплексный подход к устранению обнаруженных недостатков обеспечит создание безопасных условий труда на объекте.

### Список литературы

1. Консультант-плюс / Федеральный закон от 30.12.2009 N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720) (дата обращения: 14.03.2025).
2. Приказ Минтруда РФ от 11.12.2020 N 883Н «Об утверждении Правил по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=379887> (дата обращения: 29.05.2025).
3. ГОСТ Р ЕН 361-2008 «Системы страховочные. Страховочные привязи» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/47971> (дата обращения: 29.05.2025).
4. ГОСТ Р ЕН 355-2008 «Средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Амортизаторы» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/47981> (дата обращения: 29.05.2025).
5. ГОСТ 12.4.235-2012 «Системы стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Фильтры противогазовые и комбинированные. Общие технические требования. Методы испытаний. Маркировка» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/53052> (дата обращения: 29.05.2025).
6. Приказ Минтруда России № 997н от 09.12.2014 «Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи СИЗ» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=247205> (дата обращения: 29.05.2025).
7. ГОСТ Р 12.0.001-2013 «Система стандартов безопасности труда. Основные положения» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/55282> (дата обращения: 29.05.2025).
8. ГОСТ Р 58758-2019 «Площадки и лестницы для строительного-монтажных работ. Общие технические условия» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/73134> (дата обращения: 29.05.2025).
9. ГОСТ 12.4.011-89 «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/11167> (дата обращения: 29.05.2025).

10. Приказ Минтруда России от 16.11.2020 N 782н «Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_371453](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_371453) (дата обращения: 29.05.2025).

11. СП 60.13330.2020. «Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. СНиП 41-01-2003» (утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 30.12.2020 N 921/пр) (ред. от 30.05.2022) [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [https://helpeng.ru/public/normdoc/sp-new/sp\\_60.13330.2020.pdf](https://helpeng.ru/public/normdoc/sp-new/sp_60.13330.2020.pdf) (дата обращения: 29.05.2025).

12. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [https://www.rospotrebnadzor.ru/files/news/GN\\_sreda%20\\_obitaniya\\_compressed.pdf](https://www.rospotrebnadzor.ru/files/news/GN_sreda%20_obitaniya_compressed.pdf) (дата обращения: 29.05.2025).

13. ГОСТ 12.4.253-2013 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты глаз. Общие технические требования» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/56759> (дата обращения: 29.05.2025).

14. ГОСТ 12.4.294-2015 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Полумаски фильтрующие для защиты от аэрозолей. Общие технические условия» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [https://rosgosts.ru/13/340/gost\\_12.4.294-2015](https://rosgosts.ru/13/340/gost_12.4.294-2015) (дата обращения: 29.05.2025).

15. ГОСТ 12.4.002-97 «Система стандартов безопасности труда. Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [https://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/standart/178337](https://ohranatruda.ru/ot_biblio/standart/178337) (дата обращения: 29.05.2025).

16. ГОСТ ISO 13688-2022 «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная. Общие технические требования» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/79036> (дата обращения: 29.05.2025).

17. ГОСТ 12.4.280-2014 «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий. Общие технические требования» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/58878> (дата обращения: 29.05.2025).

18. ГОСТ EN 397-2020 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты головы. Каски защитные. Общие технические требования. Методы испытаний» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/80718/?ysclid=mb9mf8l8jl928098283> (дата обращения: 29.05.2025).

19. ГОСТ 12.4.103-2020 «Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/74045> (дата обращения: 29.05.2025).

### List of references

1. Consultant-plus / Federal Law No. 384-FZ dated 12/30/2009 "Technical Regulations on the Safety of Buildings and structures" [Electronic resource]: Available at URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720) (date of application: 03/14/2025).

2. Order of the Ministry of Labor of the Russian Federation dated 12/11/2020 N 883N "On approval of Labor Protection Regulations during Construction, reconstruction and repair" [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=379887> (date of request: 05/29/2025).

3. GOST R EN 361-2008 "Safety systems. Safety tethers" [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/47971> (date of application: 05/29/2025).

4. GOST R EN 355-2008 "Personal protective equipment against falling from a height. Shock absorbers" [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/47981> (date of request: 05/29/2025).
5. GOST 12.4.235-2012 "Occupational safety standards systems. Personal respiratory protection equipment. Gas mask filters and combined filters. General technical requirements. Test methods. Marking" [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/53052> (date of reference: 05/29/2025).
6. Order of the Ministry of Labor of the Russian Federation No. 997n dated 12/9/2014 "On approval of Standard standards for the free issuance of PPE" [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=247205> (date of request: 05/29/2025).
7. GOST R 12.0.001-2013 "Occupational safety standards system. Basic provisions" [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/55282> (date of request: 05/29/2025).
8. GOST R 58758-2019 "Platforms and ladders for construction and installation work. General technical conditions" [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/73134> (date of request: 05/29/2025).
9. GOST 12.4.011-89 "Protective equipment for workers. General requirements and classification" [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/11167> (date of reference: 05/29/2025).
10. Order of the Ministry of Labor of the Russian Federation dated 11/16/2020 N 782n "On approval of the Rules for occupational safety at work at height" [Electronic resource]: Access mode: URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_371453](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_371453) (date of request: 05/29/2025).
11. SP 60.13330.2020. "A set of rules. Heating, ventilation and air conditioning. SNiP 41-01-2003" (approved and put into effect by Order of the Ministry of Construction of Russia dated 12/30/2020 N 921/pr) (as amended on 05/30/2022) [Electronic resource]: Access mode: URL: [https://helpeng.ru/public/normdoc/sp-new/sp\\_60.13330.2020.pdf](https://helpeng.ru/public/normdoc/sp-new/sp_60.13330.2020.pdf) (date of request: 05/29/2025).
12. SanPiN 1.2.3685-21 "Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans" [Electronic resource]: Available at URL: [https://www.rospotrebnadzor.ru/files/news/GN\\_sreda%20\\_obitaniya\\_compressed.pdf](https://www.rospotrebnadzor.ru/files/news/GN_sreda%20_obitaniya_compressed.pdf) (date of reference: 05/29/2025).
13. GOST 12.4.253-2013 "Occupational safety standards system. Personal eye protection equipment. General technical requirements" [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/56759> (date of request: 05/29/2025).
14. GOST 12.4.294-2015 "Occupational safety standards system. Personal respiratory protection equipment. Filter half masks to protect against aerosols. General technical conditions" [Electronic resource]: Access mode: URL: [https://rosgosts.ru/13/340/gost\\_12.4.294-2015](https://rosgosts.ru/13/340/gost_12.4.294-2015) (date of reference: 05/29/2025).
15. GOST 12.4.002-97 "Occupational safety standards system. Hand protection against vibration. Technical requirements and test methods" [Electronic resource]: Available at: URL: [https://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/standart/178337](https://ohranatruda.ru/ot_biblio/standart/178337) (date of request: 05/29/2025).
16. GOST ISO 13688-2022 "Occupational safety standards system. Special protective clothing. General technical requirements" [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/79036> (date of reference: 05/29/2025).
17. GOST 12.4.280-2014 "Occupational safety standards system. Special clothing is designed to protect against common industrial pollutants and mechanical influences. General technical requirements" [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/58878> (date of request: 05/29/2025).
18. GOST EN 397-2020 "Occupational safety standards system. Personal protective

equipment for the head. Protective helmets. General technical requirements. Test methods" [Electronic resource]: Available at: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/80718/?ysclid=mb9mf818jl928098283> (accessed: 05/29/2025).

19. GOST 12.4.103-2020 "Occupational Safety Standards System. Special protective clothing, personal protective equipment for legs and hands. Classification" [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/74045> (date of request: 05/29/2025).

## УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 65:658.5

### ВЛИЯНИЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА НА ПРОЕКТНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Н. А. Понявина, А. С. Чесноков, Р. З. Каталандзе

---

**Понявина Наталия Александровна**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: zueva-natasha@mail.ru

**Чесноков Александр Сергеевич**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики и механики, E-mail: selches@inbox.ru

**Каталандзе Руслан Звиадович**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мНГД-241, E-mail: katalandze1999@mail.ru

---

**Аннотация:** статья представляет собой комплексное исследование механизмов правового регулирования проектной деятельности в нефтегазовом секторе. В работе проведен детальный анализ многоуровневой системы законодательных требований, включая международные конвенции, национальные нормативные акты и отраслевые стандарты, которые формируют правовое поле для реализации нефтегазовых проектов. Особое внимание уделяется процессу лицензирования недропользования, где рассматриваются: процедуры получения и продления лицензий, требования к технико-экономическому обоснованию проектов и финансовые гарантии недропользователей. Статья содержит актуальный анализ проблемных аспектов правоприменения в контексте сложностей согласования проектов в природоохранных зонах и правовых рисках при изменении регуляторных требований. В отдельном аспекте рассмотрены перспективные направления и совершенствования правового регулирования: цифровизация разрешительных процедур, внедрение риск-ориентированного подхода. Материал статьи основан на актуальной нормативной базе и данных отраслевой статистики.

**Ключевые слова:** нефтегазовая отрасль, проектная деятельность, законодательное регулирование, промышленная безопасность, лицензирование.

### IMPACT OF LEGISLATION ON PROJECT ACTIVITIES IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

N. A. Ponyavina, A. S. Chesnokov, R. Z. Katalandze

---

**Ponyavina Natalia Aleksandrovna**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, Organization of Construction, Expertise and Management of Real Estate, E-mail: zueva-natasha@mail.ru

**Chesnokov Alexandr Sergeevich**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department Applied Math and Mechanic, E-mail: selches@inbox.ru

**Katalandze Ruslan Zviadovich**, Voronezh State Technical University, Master's student of the group mNGD-241, E-mail: katalandze1999@mail.ru

**Abstract:** the article is a comprehensive study of the mechanisms of legal regulation of project activities in the oil and gas sector. The paper provides a detailed analysis of the multi-level system of legislative requirements, including international conventions, national regulations and industry standards that form the legal framework for the implementation of oil and gas projects. Particular attention is paid to the process of licensing subsoil use, which considers: the procedures for obtaining and renewing licenses, requirements for the feasibility study of projects and financial guarantees for subsoil users. The article contains an up-to-date analysis of the problematic aspects of law enforcement in the context of the difficulties of coordinating projects in nature conservation zones and legal risks in the event of changes in regulatory requirements. In a separate aspect, promising areas and improvement of legal regulation are considered: digitalization of licensing procedures, introduction of a risk-based approach. Article material is based on the current regulatory framework and industry statistics.

**Keywords:** oil and gas industry, project activities, legislative regulation, industrial safety, licensing.

Нефтегазовая отрасль занимает ключевое место в мировой экономике, обеспечивая энергетическую безопасность стран и формируя значительную часть доходов государственного бюджета [1]. Однако высокая капиталоемкость, сложность технологических процессов и повышенные экологические риски делают эту сферу одной из самых регулируемых. Законодательство оказывает прямое воздействие на все этапы реализации проектов – от геологоразведки до вывода месторождений из эксплуатации. В данной статье рассматривается, как нормативно-правовые акты влияют на проектирование, строительство и эксплуатацию объектов нефтегазовой промышленности, а также какие проблемы и перспективы возникают в связи с изменением регулирования. В таблице наглядно продемонстрированы ключевые аспекты нефтегазовой промышленности.

Таблица

#### Ключевые аспекты нефтегазовой промышленности

Аспект	Описание
Энергетическая безопасность	Обеспечивает энергетическую безопасность стран за счёт поставок нефти и газа - основных источников энергии
Финансовая значимость	Формирует значительную часть доходов государственного бюджета, особенно для стран-экспортеров
Воздействие законодательства	Законодательство напрямую влияет на все этапы реализации проектов: от геологоразведки до вывода месторождений из эксплуатации
Нормативно-правовое влияние	Рассматривается воздействие нормативно-правовых актов на проектирование, строительство и эксплуатацию объектов нефтегазовой промышленности

В условиях глобализации нефтегазовые компании сталкиваются с необходимостью соблюдения не только национальных, но и международных норм. Среди наиболее значимых: стандарты ISO (ISO 14001 – экологический менеджмент, ISO 45001 – охрана труда), требования ОПЕК и международного энергетического агентства (МЭА) по добыче и экспорту углеводородов [2].

Экологические международные соглашения: (Парижское соглашение по климату, Киотский протокол), обязывающие снижать углеродный след.

Национальное законодательство представлено в виде:

- Федерального закона № 2395-1 «О недрах», в котором определяется порядок пользования недрами, лицензирование;

- Федерального закона № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» – устанавливает требования к экологической безопасности;

- Федерального закона № 116-ФЗ «О промышленной безопасности» – регламентирует эксплуатацию опасных производственных объектов.

- Технические регламенты ЕАЭС (Таможенного союза) – стандарты качества оборудования и технологий.

В других странах действуют свои нормативы: в США – API, OSHA, EPA, в ЕС – директивы REACH, Seveso III, что усложняет реализацию трансграничных проектов. Рассмотрим аспект влияния законодательства на этапы проектной деятельности, на рисунке 1 наглядно продемонстрирован алгоритм действий компании по реализации нефтегазового комплекса.



**Рис. 1. Алгоритм действий компании по реализации нефтегазового комплекса**

Существенные проблемы представлены в таких аспектах как: длительные сроки согласований, риск отказа в лицензировании из-за ужесточения экологических требований [3].

Рассматривая проектирование и строительство, то законодательное регулирование представлено в требованиях к проектной документации (необходимость прохождения

«Главгосэкспертизы», строительные нормы (СП, СНиПы, ГОСТ), использование сертифицированного оборудования (например, по стандартам API или ASME).

Ярким примером нарушения экологического законодательства является случай с компанией «Роснефть» была оштрафована на 2 млрд. руб. за нарушения при строительстве трубопровода из-за несоблюдения экологических норм [4].

Следующим критерием выступает эксплуатация и контроль. В процессе работы компания обязана:

- 1) соблюдать нормы промышленной безопасности (регулярные проверки Ростехнадзора);
- 2) обеспечивать мониторинг выбросов (CO<sub>2</sub>, метан, сероводород);
- 3) проводить обучение персонала по охране труда;
- 4) последствия нарушений: аварии (например, разлив нефти в Норильске в 2020 г.), многомиллионные штрафы, уголовная ответственность руководства.

В заключение необходимо сформулировать следующие выводы. В части касающегося законодательного регулирования необходимо рекультивация земель (восстановление почвенного слоя), утилизация отходов без вреда для экологии. Законодательство является одним из ключевых факторов, определяющих успех нефтегазовых проектов. Компаниям необходимо не только строго соблюдать действующие нормы, но и прогнозировать изменения в регулировании, инвестируя в «зеленые» технологии и цифровизацию. Как следствие активное взаимодействие с регуляторами, участие в разработке отраслевых стандартов и внедрение систем управления рисками, т.е. применение оптимальной стратегии. В будущем баланс между экономической эффективностью и экологической безопасностью станет главным критерием устойчивого развития отрасли.

В аспекте международного законодательства «барьерами» выступают: ограничения на поставку оборудования (например, санкции против РФ) вынуждают искать альтернативные решения, что повышает себестоимость проектов [6]. Перспективные направления могут быть рассмотрены во внедрение CCS (Carbon Capture and Storage) – технологий улавливания CO<sub>2</sub>, развитие водородной энергетики (например, проекты «Новатэка» по «голубому» водороду), использование BIM-моделирования для согласования проектов, внедрение электронных разрешительных систем.

### Список литературы

1. Дурдыев, Т. Экономика нефтегазового сектора: Проблемы и возможности / Т. Дурдыев, А. Дурдыева, Г. Башимова, О. Чарымухаммедов // Наука и мировоззрение. - 2025. - №40. - С. 1-7.
2. Горбунова, О. И. Экологический менеджмент в нефтегазовых компаниях России: рейтинг экологической ответственности / О. И. Горбунова, Л. В. Каницкая // Известия БГУ. - 2017. - №3. - С. 367-371.
3. Аксененко, Е. А. Лицензирование охраны окружающей среды и природопользования как объект правового регулирования / Е. А. Аксененко // Промышленность: экономика, управление, технологии. - 2003. - №6. - С. 66-72.
4. За разлив нефти предприятие «Роснефти» хотят оштрафовать на 1,1 млрд рублей – [Электронный ресурс] – URL: <https://www.tbank.ru/invest> (дата обращения: 15.04.2025 г.).
5. Кожокар, И. П. Правовые проблемы рекультивации земель / И. П. Кожокар // Труды института государства и права РАН. - 2021. - №3. - С. 70-88.
6. Ганеева, М. В. Сравнение существующих подходов работы с барьерами во внешней торговле, применяемых ЕС, БРИКС, США, ВТО и ОЭСР / М. В. Ганеева // Вестник евразийской науки. - 2015. - №3 (28). - С. 2-7.

### List of references

1. Durdyev, T. Oil and Gas Sector Economy: Problems and Opportunities / T. Durdyev, A. Durdyeva, G. Bashimova, O. Charymukhammedov // Science and Worldview. - 2025. - No. 40. - P. 1-7.
2. Gorbunova, O. I. Environmental Management in Russian Oil and Gas Companies: Environmental Responsibility Rating / O. I. Gorbunova, L. V. Kanitskaya // BSU Bulletin. - 2017. - No. 3. - P. 367-371.
3. Aksenenko, E. A. Licensing of Environmental Protection and Nature Management as an Object of Legal Regulation / E. A. Aksenenko // Industry: Economics, Management, Technology. - 2003. - No. 6. - P. 66-72.
4. Rosneft to be fined 1.1 billion rubles for oil spill – [Electronic resource] – URL: <https://www.tbank.ru/invest> (date accessed: 15.04.2025).
5. Kozhokar, I. P. Legal issues of land reclamation / I. P. Kozhokar // Works of the Institute of State and Law of the Russian Academy of Sciences. - 2021. - No. 3. - P. 70-88.
6. Ganeeva, M. V. Comparison of existing approaches to dealing with barriers to foreign trade applied by the EU, BRICS, USA, WTO and OECD / M. V. Ganeeva // Bulletin of Eurasian Science. - 2015. - No. 3 (28). - P. 2-7.

## РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 69.05:340.6

### ПРИМЕНЕНИЕ ДИАГРАММЫ ИСИКАВЫ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ РАЗЛИЧИЙ В ХАРАКТЕРИСТИКАХ ОБЪЕКТОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ВЫБОРКИ В СОСТАВЕ СРАВНИТЕЛЬНОГО ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ

**В. М. Круглякова, Д. В. Пьяных**

---

**Круглякова Виктория Марковна**, Воронежский государственный технический университет, доктор экономических наук, профессор кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: [vinikat@mail.ru](mailto:vinikat@mail.ru)

**Пьяных Дмитрий Владимирович**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мСЭН-231, E-mail: [dmitry.pjanykh@yandex.ru](mailto:dmitry.pjanykh@yandex.ru)

---

**Аннотация:** данная статья посвящена исследованию сравнительного подхода к оценке недвижимости в Российской Федерации. В работе рассматриваются основные этапы применения данного подхода, начиная с определения элементов сравнения и заканчивая обоснованием выбора аналогов и корректировки их стоимости в дальнейших расчетах. Отмечается, что корректность реализации этапа выбора аналогов объекта оценки в составе процесса стоимостного исследования существенно влияет на итоговую стоимость объекта и определяет достоверность итоговых выводов. Этап анализа рынка, к которому относится или может быть отнесен объект оценки и этап обоснования состава объектов, используемых в дальнейших расчетах в качестве аналогов, признается авторами критически важным для обеспечения обоснованности и точности последующих расчетов. В связи с этим авторами предлагается использование диаграммы Исикавы в качестве инструмента, позволяющего обосновать выбор аналогов на основе выявления и анализа различий между объектом оценки и потенциальными аналогами из состава первичной выборки. В работе на конкретном примере демонстрируется, как применение данной диаграммы позволяет наглядно представить и сравнить различные параметры объектов, выявить наиболее значимые ценообразующие факторы и обосновать выбор аналогов для последующих расчетов стоимости объекта оценки с применением сравнительного подхода.

**Ключевые слова:** оценочная деятельность, сравнительный подход, диаграмма Исикавы, аналоги в оценке, ценообразующие факторы.

### APPLICATION OF THE ISHIKAWA DIAGRAM TO IDENTIFY DIFFERENCES IN THE CHARACTERISTICS OF OBJECTS WHEN FORMING A SAMPLE AS PART OF A COMPARATIVE APPROACH TO ASSESSMENT

**V. M. Kruglyakova, D. V. Pyanykh**

---

**Kruglyakova Victoriia Markovna**, *Voronezh State Technical University, Doctor of Economics, Professor of the Department of Technology, Construction Organization, Expertise and Real Estate Management, E-mail: vinikat@mail.ru*

**Pyanykh Dmitry Vladimirovich**, *Voronezh State Technical University, Master's student of the group mSEN-231, E-mail: dmitry.pjanykh@yandex.ru*

---

**Abstract:** this article is devoted to the study of a comparative approach to real estate valuation in the Russian Federation. The paper considers the main stages of applying this approach, starting with defining the elements of comparison and ending with justifying the choice of analogues and adjusting their value in further calculations. It is noted that the correctness of the implementation of the stage of selecting analogues of the appraisal object as part of the cost research process significantly affects the final value of the object and determines the reliability of the final conclusions. The stage of market analysis to which the appraisal object belongs or may belong and the stage of justifying the composition of objects used in further calculations as analogues are recognized by the authors as critically important for ensuring the validity and accuracy of subsequent calculations. In this regard, the authors propose using the Ishikawa diagram as a tool to justify the choice of analogues based on identifying and analyzing the differences between the appraisal object and potential analogues from the primary sample. The paper uses a specific example to demonstrate how the use of this diagram allows you to clearly present and compare various parameters of objects, identify the most significant price-forming factors and justify the choice of analogues for subsequent calculations of the value of the appraisal object using the comparative approach.

**Keywords:** evaluation activity, comparative approach, Ishikawa diagram, analogues in evaluation, price-forming factors.

Недвижимость в Российской Федерации является одним из базовых элементов социально-экономической системы страны, влияющих на стабильность развития общества и государства. В соответствии с экономической теорией, недвижимое имущество может выступать для участников рынка и как актив в потреблении (для личного пользования), и как разновидность финансового актива (для извлечения дохода) [1].

Недвижимость, как экономический ресурс, выполняет две основные функции:

1) Актив в потреблении:

- обеспечивает потребности людей и общества (например, жилые дома, общественные здания);
- используется в производстве товаров и услуг (например, сельскохозяйственные земли).

2) Финансовый актив:

- служит для получения прибыли через перепродажу;
- приносит доход от сдачи в аренду.

Исходя из данных функций можно сделать вывод о том, что оценочная деятельность выступает очень важным экономическим инструментом для установления в отношении объекта оценки справедливой рыночной или любой другой стоимости, установленной действующими федеральными стандартами оценки.

В пункте 1 федеральных стандартов оценки (далее ФСО), установленных приказом министерства экономического развития Российской Федерации от 14 апреля 2022 г. N 200 - ФСО V «Подходы и методы к оценке» указано, что: «При проведении оценки используются сравнительный, доходный и затратный подходы. При применении каждого из подходов к оценке используются различные методы оценки» [2].

Среди перечисленных методов сравнительный подход применяется чаще всего, поскольку он основан на информации об открытых предложениях и сделках на рынке с объектами, которые идентичны или схожи с оцениваемым.

Данный метод позволяет получить точные результаты, но он также довольно чувствителен к развитости и активности сегмента рынка недвижимости оцениваемого объекта, и качества составленной выборки аналогов.

Следовательно, данный подход для своего реализации требует исполнения следующих пунктов:

- 1) количество сделок и предложений на рынке сегмента объекта оценки должно быть достаточным для составления первичной выборки аналогов;
- 2) информация о типичных для данного сегмента недвижимости ценообразующих факторах аналогов должна быть доступна и проверяема;
- 3) даты проведения сделок с аналогами должны вписываться во временные рамки проведения отчета об оценке;
- 4) используемые для вторичной выборки аналоги должны быть как можно более сопоставимы с объектом оценки.

Таким образом, сравнительный подход базируется на принципе ценового равновесия и замещения.

Проведение оценки объекта недвижимости сравнительным подходом производится в несколько этапов (рис. 1). Качественное выполнение каждого из них способствует определению наиболее точной стоимости объекта оценки.



**Рис. 1. Основные этапы сравнительного подхода**

Рассмотрим подробнее первый этап, по определению единиц сравнения. В подпункте е пункта 22 ФСО N 7 «Оценка недвижимости», утвержденных приказом министерства экономического развития Российской Федерации 25 сентября 2014 г. № 611 [3] приведен перечень всех основных элементов сравнения, используемых на рынке недвижимости. Сведем их по группам факторов в диаграмму (рис. 2).

Выделим две основные группы факторов:

1) внешние – это факторы, которые не связаны напрямую с физическими свойствами объекта, но отражают важные экономические характеристики, присущие ему при выставлении его на рынок открытой оферты (например: наличие обременений, возможность торга при покупке и др.);

2) внутренние – это факторы, которые обозначают непосредственно характеристики самого объекта оценки, присущие его сегменту (например: материал несущих стен, площадь, износ и т.д.).



**Рис. 2. Основные группы элементов сравнения**

Подробнее остановимся на втором этапе – выборе наиболее сопоставимых аналогов. Данный шаг является крайне важным в процессе определения стоимости сравнительным подходом, так как от качества отобранных в процессе выборки аналогов зависит точность последующих расчетов.

В ФСО не указано точное количество аналогов, которые необходимо подобрать из первичной выборки во вторичную для осуществления дальнейших расчетов, но, как правило, используют 5 – 6. Данное количество обусловлено тем, что позволяет получить достоверные по точности результаты.

На практике собрать выборку из абсолютно схожих с объектом оценки аналогов не представляется возможным. В данном случае используются объекты с наименьшим количеством отклонений по элементам сравнений.

В своей статье Л. А. Лейфер и Т. В. Крайникова по результатам исследований пришли к выводу, что, при неоднородной выборке, оптимальным количеством объектов для избегания стандартной ошибки в расчетах является четыре аналога. Также они пришли к заключению, что влияние неоднородности выборки после пяти отклонений от группы основных элементов сравнения будет настолько велико, что не позволит получить довольно точное значение стоимости объекта оценки [4].

Для выявления из первичной выборки подходящих аналогов предлагаем воспользоваться диаграммой Исикавы.

Данная диаграмма была придумана японским профессором Каору Исикаву в 1950 – 1951 годах для выявления причинно-следственных связей дефектов и отклонений в промышленности [5]. В дальнейшем стала популярна и в других сферах, так как позволяет составить целостную картину исследуемого вопроса, а уровень детализации позволяет вникнуть даже не узконаправленному специалисту.

Рассмотрим основные элементы диаграммы Исикавы:

- 1) голова рыбы - проблема или вопрос, который нужно исследовать;
- 2) кости - основные категории факторов, которые могут влиять на проблему. Они называются «большие кости»;
- 3) маленькие кости - конкретные факторы внутри каждой большой кости, которые могут вызывать проблему;
- 4) визуализация связей - стрелки соединяют центральную проблему с различными факторами, показывая причинно-следственные связи.

Разберем использование диаграммы Исикавы на конкретном примере:

Для индивидуального жилого дома необходимо из первичной выборки выбрать один из трех аналогов для формирования вторичной выборки.

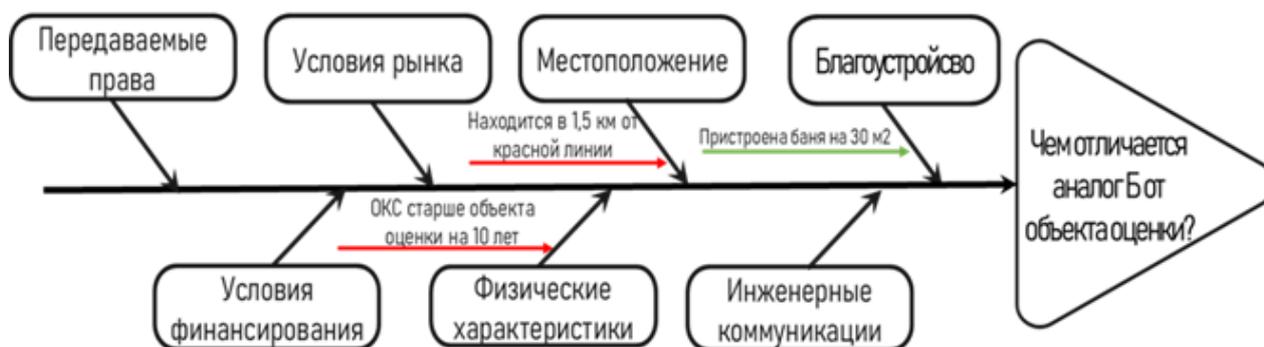
Построим диаграммы Исикавы для каждого из аналогов. В качестве головы рыбы поставим вопрос – «Чем отличается аналог от объекта оценки?». Большими костями будут выступать основные элементы сравнения внешних и внутренних факторов из рис. 2, а малыми костями выделим отличия в данных элементах. Для наглядной визуализации окрасим стрелки связей малых костей в зеленый цвет – когда показатель превышает стоимость аналога в сравнении с объектом и в красный цвет – когда занижает.

Сравним полученные диаграммы. Аналог А (рис. 3) обладает двумя незначительными отклонениями, рассмотрим другие аналоги.



**Рис. 3. Диаграмма Исикавы для сравнения аналога А**

Аналог Б (рис. 4) обладает 3-мя отклонениями, в отличие от аналогов А (рис. 3) и В (рис. 5), следовательно, он будет давать большее искажение при расчете стоимости объекта оценки. Правильным решением будет исключить его.



**Рис. 4. Диаграмма Исикавы для сравнения аналога Б**

При совершении сделки с аналогом В (рис. 5) был использован в качестве мены с доплатой Б/У автомобиль, без проведения оценки данного транспортного средства. Величина стоимости данной сделки на дату проведения сомнительна. Данный аналог следует исключить. Из этого следует, что наиболее подходящим для вторичной выборки стал аналог А.



**Рис. 5. Диаграмма Исикавы для сравнения аналога В**

Таким образом, с помощью диаграммы Исикавы можно наглядно представить и проанализировать различные параметры аналогов. Это позволяет выявить наиболее значимые факторы, влияющие на стоимость объектов, и учесть их при формировании вторичной выборки.

Кроме того, диаграмма Исикавы помогает избежать субъективности при выборе аналогов. Вместо того чтобы полагаться на интуицию или ограниченный набор параметров, оценщик может использовать все доступные данные и провести более объективный анализ.

### Список литературы

1. Круглякова, В. М. Методология оценки объектов недвижимости: частные случаи определения стоимости земельных участков и объектов капитального строительства. Учебное пособие. / Круглякова В. М. / ЗАО «Университетская книга», Курск, 2022. – 142 с.
2. Приказ Минэкономразвития России от 14.04.2022 N 200 «Об утверждении федеральных стандартов оценки и о внесении изменений в некоторые приказы Минэкономразвития России о федеральных стандартах оценки» // [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_415358/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_415358/) (дата обращения: 15.03.2025).

3. Приказ Минэкономразвития России от 25.09.2014 N 611 «Об утверждении Федерального стандарта оценки «Оценка недвижимости (ФСО N 7)»// [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_160678/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_160678/) (дата обращения: 15.03.2025).
4. Лейфер, Л. А. Оптимальное количество аналогов в условиях неоднородности рыночных данных. / Лейфер Л. А., Крайникова Т. В. // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2018. – Вып. 6 (201). – С. 25–39.
5. Ряжева, Ю. И. Управление рисками проекта: учебное пособие / Ю. И. Ряжева. // Самара: Самарский университет, 2023. — 80 с. — ISBN 978-5-7883-1978-0. — [Электронный ресурс]: «ЭБС Лань» Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/406625> (дата обращения: 17.03.2025).
6. Морозова, Т. В. Экономическое обоснование проектных решений. Оценка рисков и эффективности проектов: учебное пособие / Т. В. Морозова. // Омск: ОмГТУ, 2023. — 114 с. — ISBN 978-5-8149-3711-7. — [Электронный ресурс]: «ЭБС Лань» Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/421562> (дата обращения: 17.03.2025).
7. Зима, А. А. Оценка стоимости объектов недвижимости: подходы и методы. / Зима А. А., Касымова Ю. Н. // Международный научный журнал «ВЕСТНИК НАУКИ» - 2024 г. – Т. 5 - № 12 (81) – С. 46–53.
8. Бердникова, В. Н. Проблема обеспечения репрезентативности выборки при моделировании рыночной стоимости на региональном рынке недвижимости Оценка стоимости объектов недвижимости: подходы и методы. / Бердникова В. Н. // Журнал «Статистика и экономика» - 2021 г. – Т. 18 - № 4 – С. 38–46.

#### List of references

1. Kruglyakova, V. M. Methodology of real estate valuation: special cases of determining the value of land plots and capital construction facilities. The training manual. / Kruglyakova V. M. / CJSC "University Book", Kursk, 2022. – 142 p.
2. Order of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation No. 200 dated 04/14/2022 "On Approval of Federal Assessment Standards and on Amendments to Certain Orders of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation on Federal Assessment Standards" // [Electronic resource]: Available at URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_415358/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_415358/) (date of access: 03/15/2025).
3. Order of the Ministry of Economic Development of Russia dated September 25, 2014 N 611 "On approval of the Federal Standard of assessment "Real Estate Valuation (FSO N 7)"/ [Electronic resource]: Access mode: URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_160678/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_160678/) (date of access: 03/15/2025).
4. Leifer, L. A. Optimal number of analogues in conditions of heterogeneity of market data. / Leifer L. A., Krainikova T. V. // Property relations in the Russian Federation. – 2018. – Issue 6 (201). – pp. 25-39.
5. Ryazheva, Yu. I. Project risk management: a textbook / Yu. I. Ryazheva. / Samara: Samara University, 2023. — 80 p. — ISBN 978-5-7883-1978-0. — [Electronic resource]: "EBS Lan" Access mode: URL: <https://e.lanbook.com/book/406625> (date of reference: 03/17/2025).
6. Morozova, T. V. Economic justification of design solutions. Risk assessment and project effectiveness: a textbook / T. V. Morozova. // Омск: ОмSTU, 2023. — 114 p. — ISBN 978-5-8149-3711-7. — [Electronic resource]: "EBS Lan" Access mode: URL: <https://e.lanbook.com/book/421562> (date of request: 03/17/2025).
7. Winter. A. A. Valuation of real estate objects: approaches and methods. / Zima A. A., Kasymova Yu. N. // International scientific Journal "BULLETIN OF SCIENCE" - 2024 – Vol. 5 - No. 12 (81) – pp. 46-53.

8. Berdnikova, V. N. The problem of ensuring sample representativeness in modeling market value in the regional real estate market Valuation of real estate objects: approaches and methods. Berdnikova V. N. // Journal of Statistics and Economics, 2021– vol. 18, No. 4, pp. 38-46.

Научное издание

# **СТРОИТЕЛЬСТВО И НЕДВИЖИМОСТЬ**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Выпуск № 3 (18), 2025

Дата выхода в свет: 10.06.2025.

Объем данных 26,5 Мб