

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

ISSN 2949-3749 (Online)

# СТРОИТЕЛЬСТВО И НЕДВИЖИМОСТЬ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Выпуск № 6 (21), 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 **В.Я. Мищенко**, д-р техн. наук, профессор  
Зам. главного редактора **О.К. Мещерякова**, д-р экон. наук, профессор  
Ответственный секретарь **Е.А. Чеснокова**, 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. Хрусталев** – 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 населенных 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

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Мищенко В.Я.".

Мищенко В.Я.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

<b>Казаков Д. А., Воронова А. А., Шарыгина И. К.</b>	
Технология и организация строительства подземной части Лахта-центра	6
<b>Казаков Д. А., Казакова Е. Д.</b>	
Перспективы применения геодезических методов при проведении процедур оценки соответствия строительной продукции	14
<b>Казаков Д. А., Медведева Л. И., Жадобин И. Д.</b>	
Технология и организация строительства египетских пирамид	22
<b>Николенко С. Д., Дегтярёв Н. В.</b>	
Анализ результатов обследования фундаментов производственных зданий завода по переработке картофеля	28
<b>Николенко С. Д., Строев Р. Л.</b>	
Анализ рабочей документации многоквартирного дома	38
<b>Николенко С. Д., Татаринова Т. А.</b>	
Результаты анализа проектной документации комплекса школа-детский сад	45
<b>Руденко А. А., Порошин П. Ю.</b>	
Организационно-технологическая надежность в строительстве как вероятность выполнения установленных показателей проекта	51
<b>Сергеев Ю. Д., Бааранова Д. Н., Сергеева А. Ю., Рыжкова М. А.</b>	
Характерные дефекты, возникающие при проектировании, изготовлении и введении строительного объекта	58
<b>Ткаченко А. Н., Василенко А. Н., Горина А. А.</b>	
Комплексная оценка эффективности организационно-технических мероприятий по охране труда и промышленной безопасности при проведении сварочных и других огневых работ на примере реального ППР (проект производства работ)	65
<b>Ткаченко А. Н., Чалая О. А.</b>	
Современные технологии выполнения работ нулевого цикла строительства	70
<b>Шипилова И. А., Лобова С. А.</b>	
Особенности современного проектирования животноводческих комплексов	76

## УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

<b>Мещерякова О. К., Мещерякова М. А., Батова А. В.</b> Теория и практика бережливого управления на этапах жизненного цикла объектов строительства	82
<b>Чеснокова Е. А., Пашенцева А. А., Горшенин Д. А.</b> Применение «зелёного» строительства при реализации девелоперских проектов коммерческой недвижимости	88
<b>Шипилова И. А., Рындин П. В.</b> Методы диагностики дефектов в малоэтажном строительстве: современные подходы и технологии	96
<b>Шипилова И. А., Семенов М. В.</b> Автоматизированные системы мониторинга технического состояния несущих конструкций высотных зданий	103

## РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

<b>Круглякова В. М., Здоровцова М. Н.</b> Рынок складской недвижимости - ценообразующие факторы и классификация объектов с учетом их конструктивных особенностей	111
<b>Круглякова В. М., Спесивцев С. И.</b> Оспаривание кадастровой стоимости объектов недвижимости на территории Воронежской области - тенденции и перспективы	120
<b>Нерозина С. Ю., Воронова А. А., Медведева Л. И., Седлова Ю. С.</b> Планирование инвестиционно-строительной деятельности на примере жилого комплекса в г. Воронеже	128
<b>Нерозина С. Ю., Шарыгина И. К., Власов А. А.</b> Оценка инвестиционной привлекательности проекта модернизации складского помещения в г. Воронеже	134
<b>Чеснокова Е. А., Чесноков А. С., Торсунов А. В.</b> Механизм открытия счетов эскроу в рамках Федерального закона № 214-ФЗ	143

## ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 69.05

### ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ЛАХТА-ЦЕНТРА

Д. А. Казаков, 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](mailto:k_di@list.ru)

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

**Шарыгина Ирина Константиновна**, Воронежский государственный технический университет, студент гр. СУЗ-201, E-mail: [Sharirina700@gmail.com](mailto:Sharirina700@gmail.com)

**Аннотация:** строительство уникального комплекса «Лахта-центр» - один из наиболее амбициозных и технически сложных проектов в России за последние 15 лет. Надземная часть, включая 87 этажей башни высотой 462 м, привлекла внимание мирового сообщества. Однако именно фундамент и подземная часть стали «скрытым стержнем», без которого невозможны конструктивная устойчивость и эксплуатационная надежность здания. При этом природные условия такие как: близость Финского залива, слабые, водонасыщенные грунты и особые требования к жесткости и деформациям - всё это ставило нестандартную задачу строителям: разработать и реализовать системную, надёжную и инновационную технологию подземной части, согласованную с надземной структурой. Подземная часть «Лахта-центра» включает в себя три технических этажа под башней, стилобат, подземные паркинги и коммуникации. Она служит своеобразным интегратором инженерных, транспортных и логистических элементов комплекса. Именно строительство подземной части являлось важнейшим этапом, который потребовал сочетания инженерной геотехники, большой организации работ, чёткого управления и внедрения инноваций. Рассмотрен анализ технологии организации строительства подземной части Лахта-центра, его несущие конструкции, применяемые при разработке методы, основные этапы работ, проблемы, с которыми столкнулись конструкторы и проектировщики и пути их решения.

**Ключевые слова:** подземная часть, инновационная технология, организация, логистика, технологический процесс.

### TECHNOLOGY AND ORGANIZATION OF THE CONSTRUCTION OF THE UNDERGROUND PART OF THE LAKHTA CENTER

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

**Kazakov Dmitry Alexeevich**, 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](mailto:k_di@list.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

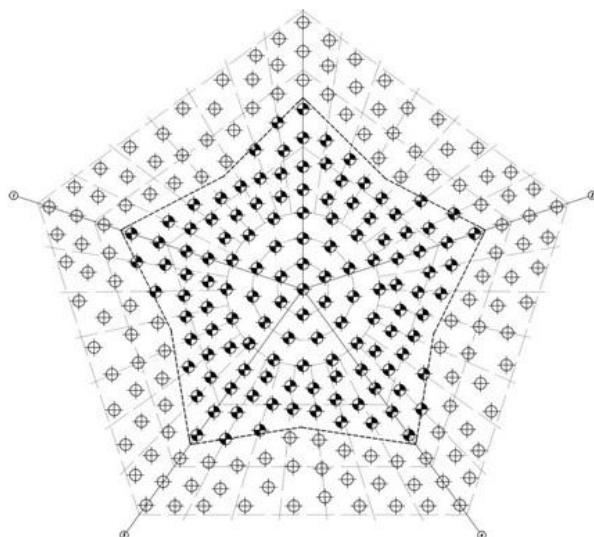
---

**Abstract:** the construction of the unique Lakhta Center complex is one of the most ambitious and technically challenging projects in Russia in the past 15 years. The aboveground portion, including the 87 floors of the 462-meter-tall tower, has captured the attention of the global community. However, it is the foundation and underground structure that provide the "hidden core" without which the building's structural stability and operational reliability are impossible. Natural conditions such as the proximity of the Gulf of Finland, weak, water-saturated soils, and specific requirements for rigidity and deformation presented a unique challenge for the builders: to develop and implement a systematic, reliable, and innovative underground technology that aligns with the aboveground structure. The underground portion of the Lakhta Center includes three technical floors beneath the tower, the stylobate and stylobate, as well as underground parking and utilities. It serves as a unique integrator of the complex's engineering, transportation, and logistics elements. The construction of the underground section was a critical stage, requiring a combination of geotechnical engineering, a highly organized workflow, precise management, and the implementation of innovations. This article examines the technology used to organize the construction of the Lakhta Center's underground section, its supporting structures, the methods used during development, the key stages of the work, the challenges faced by the designers and engineers, and their solutions.

**Keywords:** underground part, innovative technology, organization, logistics, technological process.

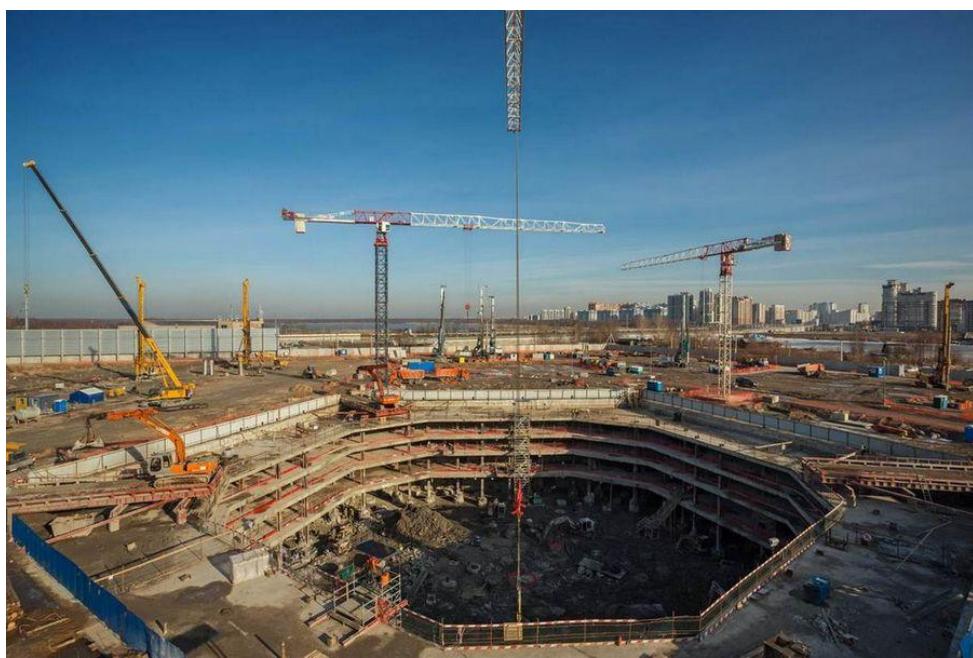
В проекте «Лахта центр» одной из ключевых задач стало изучение сложных геологических условий площадки. Результаты геологических исследований показали, что в основании на глубине примерно 15-20 м от поверхности залегают слабые слоистые водонасыщенные грунты, а ниже - на глубине около 30 м - твердые породы, вендинские глины, пригодные для восприятия больших нагрузок и выполняющие роль основания. Высокий уровень грунтовых вод и необходимость защиты от фильтрации обуславливается близостью к заливу.

В проекте принято создание стены в грунте, которая служит барьером от поступления грунтовых вод и удержания стен котлована, в процессе его поэтапной разработки [1]. Также учитывалась неравномерность осадок, чтобы избежать образования «чаши» осадки. В конструкции свайного основания были предусмотрены сваи различной длины: до 65 м в центре и около 55 м по периферии (рис. 1).



**Рис. 1. Схема свайного поля фундаментной системы башни «Лахта Центра». В средней части, находящейся непосредственно под надфундаментной частью высотного здания, более темным цветом отмечены сваи большей длины**

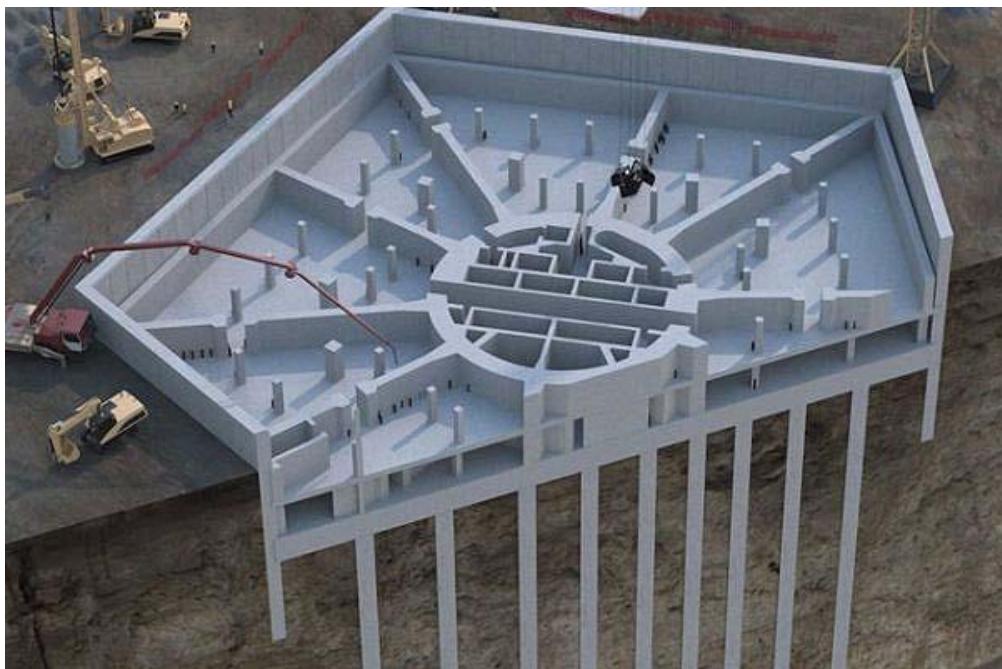
Решающим стал выбор конструкции сваи, схема котлована, организация отвода воды из котлована и с площадки и укрепление грунтовой массы. Буроинъекционная стена в грунте, глубиной до 30 м по контуру служит ограждением котлована [2]. Такая стена не несёт вертикальной нагрузки от здания, но удерживает грунт и воду. Внутри стены в грунте, котлован поэтапно укрепляется распорными дисками, расположенными в несколько ярусов по высоте котлована для предотвращения деформации стен на прогиб и воспринимают боковое давление грунта (рис. 2).



**Рис. 2. Котлован для строительства фундамента башни «Лахта Центра» после создания четвертого распорного диска и выемки грунта под ним**

Далее устанавливались буронабивные сваи диаметром 1900-2000 мм, на них располагается монолитная коробчатая конструкция, в которой нижняя плита, стенки и перекрытия формируют жёсткую «коробку», погружённую в грунт, что и является основным

несущим фундаментом под башней [3]. Это позволяет равномернее распределить нагрузки от разных конструкций и усилить устойчивость. Монолитная нижняя плита является элементом, заслуживающим отдельного внимания, этот фундаментный узел заливался непрерывно с рекордными объемами бетона - 19 624 м<sup>3</sup> за 49 часов, а также был включен в книгу рекордов Гиннесса [4]. Ростверковые конструкции предназначены для стилобатной части и коммуникаций над фундаментной плитой. Подземные этажи, парковки, логистические тоннели и коммуникации расположены под стилобатом на двух подземных этажах парковок, которые также включают складские помещения, логистические тоннели, инженерные сети. Конструктивная схема подземной части является единой системой, состоящей из: ограждения котлована, распорной системы, свайной системы, монолитного фундамента, надфундаментных плит и инженерных помещений. После устройства свай и их проверки нагрузочными испытаниями формируется конструкция коробчатого фундамента: стены, плиты перекрытий, внутренние перегородки (рис. 3).



**Рис. 3. Объемная модель каркаса коробчатого фундамента без верхней фундаментной плиты башни «Лахта Центра» в разрезе**

Заливка нижней фундаментной плиты выполнялась непрерывно, с круглосуточным режимом, чтобы минимизировать «холодные швы» и обеспечить монолитность [5]. Прочность нижней плиты на растяжение обеспечивается пятнадцатью уровнями сеток из арматуры сечением 32 мм [6]. В целом для её армирования понадобилось столько же металла, сколько ушло на строительство Эйфелевой башни – 9 200 тонн. В теле плиты были расположены 330 датчиков, позволяющих инженерам контролировать качество конструкции, монолитность и однородность бетона во время дальнейшего строительства и эксплуатации здания [7]. Поставку бетона для заливки конструкции обеспечивали 13 бетонных заводов Санкт-Петербурга, в целом миксеры с бетоном совершили 2 540 рейсов. На площадке функционировало 15 пунктов регулировки транспортных потоков, чтобы избежать пробок и простоев. В среднем на строительную площадку заезжал один бетоновоз в минуту. В итоге этого масштабного процесса всем бригадам удалось за 49 часов выполнить заливку 19 624 м<sup>3</sup> бетонной смеси. Итоговая прочность плиты превзошла требования для подобных конструкций и достигла уровня, сравнимого с прочностью бункеров, рассчитанных на атомную бомбардировку [8]. После окончания нижней плиты и её стабильной выдержки

продолжаются работы над плитами ростверков, стенами и вертикальными конструкциями подземных этажей. Далее осуществлялась прокладка инженерных коммуникаций, дренажных систем, вентиляционных каналов, ливневой и дренажной систем. Следующим этапом было возведение внутренних перегородок, устройство полов, отделочные работы в техническом объёме.

Организация строительства такого масштабного технологического процесса для создания подземной части требовала продуманной системы управления и логистики. С самого начала проект сопровождался BIM-моделированием, позволяющим координировать многочисленные инженерные системы, укладки и пересечения коммуникаций [9]. Производился регулярный мониторинг деформаций и геодезический контроль, так на этапе углубления котлована и после установки распорных дисков велись замеры смещений стен и контроля за состоянием конструкции в реальном времени, чтобы вовремя корректировать действия. Осуществлялось непрерывное управление водоотводом и осушением: устройство систем дренажа, насосных станций, защиты от поступления воды через стену в грунте [10]. Много подрядных фирм участвовало в проекте, что требовало строгого координационного управления.

При реализации данного проекта было много осложнений, рассмотрим некоторые из основных и пути их решения. Неоднократно случались внутренние валуны и обломки грунта: при бурении свай на глубинах около 20-22 м встречались валуны ледникового происхождения, которые необходимо было пробуривать насеквость, чтобы не сместить сваи. Из-за высокого уровня грунтовых вод стеной в грунте и обсадными трубами свай решалась защита от поступления воды; также необходим был регулярный контроль за герметичностью и уплотнением швов, системы дренажа и насосное оборудование работали до завершения нулевого цикла [11]. Неоднородность грунтов и неравномерная осадка были предусмотрены на проектном этапе, поэтому проект сразу предусматривал применение свай различной длины, тщательный расчет осадок, контроль в процессе работ. Холодный сезон работы, температурные колебания, влияние морского климата требовали принятия мер по защите бетона. Высокоуровневая координация множества процессов в ограниченном пространстве требовала строгой дисциплины, очередности и управления рисками: тесное взаимодействие работ по бурению, бетонированию, армированию, монтажу конструкций и инженерных сетей [12]. В ходе реализации подземной части проекта применялось множество инноваций, в основном связанных с разработкой материалов. Был создан специальный рецепт бетонной смеси с определёнными свойствами тепловыделения, самоуплотнения, плотности и прочности для обеспечения целостности при длительной круглосуточной заливке [13].

Подземная часть была неотделима от надземной: решения фундамента, свай и коробки принимались с учётом конструктивной схемы башни и стилобата. В этом контексте BIM-моделирование и цифровые инструменты стали ключевыми средствами интеграции. При высокой степени неопределенности (геология, вода, деформации) важна поэтапная организация работ, мониторинг и гибкость управления. Поэтапное углубление котлована с распорной системой - классический, но в данном масштабе критически реализованный подход. Без высококачественных бетонных смесей, арматурных систем и точных соединительных элементов, осуществить такой объём, и сложность подземных работ было бы невозможно [14]. Рекордные объёмы бетона, тысячи рейсов, множество субподрядчиков - всё это требовало высочайшего уровня логистики и координации. Ошибки или простой могли дорого обойтись. Инновации в данной ситуации являлись необходимым условием, ведь многие технические решения, такие как рецепты бетона, мониторинг, системы соединений не просто добавляли «эффективности», а являлись обязательным элементом стабильности, жёсткости и надёжности конструкции [15].

Выводы и технологии подземной части Лахта-центра могут быть полезны при возведении высоких зданий, особенно в сложных геотехнических условиях. Однако каждый

проект требует индивидуальной адаптации, поскольку геология, климат, нагрузка, технологии и ресурсное обеспечение всегда будут являться переменными факторами. Подземная часть Лахта-центра - это не просто «нулевой цикл», а самостоятельный крупный инженерный проект, подготовка, реализация и координация которого стали одной из стержневых частей успеха всего комплекса. Именно фундамент, во многом определяет долговечность, надёжность и поведение всей высотной структуры в процессе эксплуатации.

### **Список литературы**

1. Белов, Н. Р. Возведение подземной части "Лахта центра" / Н. Р. Белов, В. С. Калитин // Дни студенческой науки : Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры, Москва, 13–17 марта 2017 года. – Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2017. – С. 1089-1090.
2. Хохлов, А. А. Анализ технологий, применяемых при сооружении оснований и фундаментов Лахта-Центра в Санкт-Петербурге / А. А. Хохлов // Инвестиции, строительство, недвижимость как материальный базис модернизации и инновационного развития экономики : Материалы VIII Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Томск, 13 апреля – 15 2018 года / Под редакцией Т.Ю. Овсянниковой, И.Р. Салагор. Том Часть 2. – Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2018. – С. 832-835.
3. Алхасова, Ю. А. Технология и строительные материалы, применяемые в строительстве уникальных зданий и сооружений, на примере "Лахта-центра" / Ю. А. Алхасова, И. М. Халимбеков // Неделя науки-2017 : сборник материалов XXXVIII итоговой научно-технической конференции преподавателей, сотрудников, аспирантов и студентов Дагестанского государственного технического университета, Махачкала, 17–22 апреля 2017 года / Под редакцией Т.А. Исмаилова. Том 1. – Махачкала: Дагестанский государственный технический университет, 2017. – С. 322-325.
4. Гранкина, Д. В. Современные конструктивные решения высотных зданий на примере строительства Лахта-Центра / Д. В. Гранкина, Н. В. Иванов, В. О. Коняхин // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 4(51). – С. 200.
5. Никифоров, С. В. Расчёт термонапряжённого состояния при бетонировании нижней плиты коробчатого фундамента здания «Башня МФК «Лахта Центр» / С. В. Никифоров, В. И. Травуш, К. В. Семенов // Строительное производство. – 2025. – № 2. – С. 111-118.
6. Анализ результатов геотехнического мониторинга башни "Лахта Центр" / В. И. Травуш, О. А. Шулятьев, С. О. Шулятьев [и др.] // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2019. – № 2. – С. 15-21.
7. Травуш, В. И. Контроль качества при бетонировании массивных конструкций фундаментов многофункционального комплекса «Лахта Центр» / В. И. Травуш, С. В. Никифоров // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. – 2025. – № 1(33). – С. 7-18.
8. "Лахта Центр": автоматизированный мониторинг деформаций несущих конструкций и основания / В. И. Травуш, А. М. Шахраманьян, Ю. А. Колотовичев [и др.] // Academia. Архитектура и строительство. – 2018. – № 4. – С. 94-108.
9. Шувалова, С. С. Визуализация проектного решения средствами компьютерной графики на примере Лахта Центра / С. С. Шувалова, Е. И. Ванцев, И. С. Чернега // Молодёжный вестник Новороссийского филиала Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2024. – Т. 4, № 1(13). – С. 38-42.
10. Ткаченко, Е. Д. Уникальные конструкции небоскребов (башня Федерации, Лахта-центр, Тайбэй 101, Шанхайская башня) / Е. Д. Ткаченко, Ю. А. Гурьева // Строительство в

прибрежных курортных регионах : Материалы XII Международной научно-практической конференции, Сочи, 20 мая – 26 2025 года. – Сочи: Сочинский государственный университет, 2025. – С. 58-61.

11. Энгель, Б. Санкт-Петербург - крупномасштабные градостроительные проекты на берегу Финского залива / Б. Энгель, А. Малько // Academia. Архитектура и строительство. – 2020. – № 3. – С. 160-169.

12. Соловьев, Г. К. Анализ производства работ по нанесению огнезащиты на объекте Лахта-Центр / Г. К. Соловьев // Интеграция современных научных исследований в развитие общества : сборник материалов II Международной научно-практической конференции, Кемерово, 05 мая 2017 года / Западно-Сибирский научный центр. Том 1. – Кемерово: Общество с ограниченной ответственностью "Западно-Сибирский научный центр", 2017. – С. 25-27.

13. Куракин, В. А. Строящийся общественно-деловой комплекс "Лахта-Центр" в городе Санкт-Петербург / В. А. Куракин, М. А. Рогатовских // Строительство и архитектура. Тенденции развития современной науки : Материалы научной конференции студентов и аспирантов Липецкого государственного технического университета, Липецк, 14–18 апреля 2018 года. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, 2018. – С. 247-249.

14. Миронова, Е. Ю. Обеспечение устойчивости высотных зданий посредством устройства аутригерных систем напримере МФК "Лахта-центр" в Санкт-Петербурге / Е. Ю. Миронова // VII Всероссийский фестиваль науки : сборник докладов: в 2 томах, Нижний Новгород, 04–05 октября 2017 года / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. Том 1. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2017. – С. 50-54.

15. Шулятьев, О. А. Вклад строительства башни Лахта-Центр в геотехнику / О. А. Шулятьев // Фундаменты. – 2020. – № 1. – С. 24-28.

### List of references

1. Belov, N. R. Construction of the underground part of the "Lakhta Center" / N. R. Belov, V. S. Kalitin // Days of Student Science: Collection of reports of the scientific and technical conference on the results of research work of students of the Institute of Construction and Architecture, Moscow, March 13–17, 2017. – Moscow: National Research Moscow State University of Civil Engineering, 2017. – Pp. 1089–1090.

2. Khokhlov, A. A. Analysis of technologies used in the construction of bases and foundations of the Lakhta Center in Saint Petersburg / A. A. Khokhlov // Investments, construction, real estate as the material basis of modernization and innovative development of the economy: Materials of the VIII International scientific and practical conference. In 2 parts, Tomsk, April 13–15, 2018 / Edited by T. Yu. Ovsyannikova, I. R. Salagor. Part 2. – Tomsk: Tomsk State University of Architecture and Building, 2018. – Pp. 832–835.

3. Alkhasova, Yu. A. Technology and building materials used in the construction of unique buildings and structures on the example of the "Lakhta Center" / Yu. A. Alkhasova, I. M. Khalimbekov // Science Week–2017: Collection of materials of the XXXVIII final scientific and technical conference of teachers, employees, graduate students and students of the Dagestan State Technical University, Makhachkala, April 17–22, 2017 / Edited by T. A. Ismailov. Vol. 1. – Makhachkala: Dagestan State Technical University, 2017. – Pp. 322–325.

4. Grankina, D. V. Modern structural solutions of high-rise buildings on the example of the construction of the Lakhta Center / D. V. Grankina, N. V. Ivanov, V. O. Konyakhin // Engineering Bulletin of the Don. – 2018. – No. 4(51). – P. 200.

5. Nikiforov, S. V. Calculation of the thermally stressed state during concreting of the bottom slab of the box foundation of the building "Tower of the MFC 'Lakhta Center'" / S. V.

Nikiforov, V. I. Travush, K. V. Semenov // Construction Production. – 2025. – No. 2. – Pp. 111–118.

6. Analysis of the results of geotechnical monitoring of the “Lakhta Center” tower / V. I. Travush, O. A. Shulyatyev, S. O. Shulyatyev [et al.] // Foundations, Foundations and Soil Mechanics. – 2019. – No. 2. – Pp. 15–21.

7. Travush, V. I. Quality control during concreting of massive foundation structures of the multifunctional complex “Lakhta Center” / V. I. Travush, S. V. Nikiforov // Bulletin of the Volga State Technological University. Series: Materials. Structures. Technologies. – 2025. – No. 1(33). – Pp. 7–18.

8. “Lakhta Center”: Automated monitoring of deformations of load-bearing structures and the foundation / V. I. Travush, A. M. Shakhramanyan, Yu. A. Kolotovichev [et al.] // Academia. Architecture and Construction. – 2018. – No. 4. – Pp. 94–108.

9. Shuvalova, S. S. Visualization of the design solution by means of computer graphics on the example of the Lakhta Center / S. S. Shuvalova, E. I. Vantsev, I. S. Chernega // Youth Bulletin of the Novorossiysk Branch of the Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov. – 2024. – Vol. 4, No. 1(13). – Pp. 38–42.

10. Tkachenko, E. D. Unique structures of skyscrapers (Federation Tower, Lakhta Center, Taipei 101, Shanghai Tower) / E. D. Tkachenko, Yu. A. Guryeva // Construction in Coastal Resort Regions: Materials of the XII International Scientific and Practical Conference, Sochi, May 20–26, 2025. – Sochi: Sochi State University, 2025. – Pp. 58–61.

11. Engel, B. Saint Petersburg – Large-scale urban planning projects on the shore of the Gulf of Finland / B. Engel, A. Malko // Academia. Architecture and Construction. – 2020. – No. 3. – Pp. 160–169.

12. Solovyev, G. K. Analysis of the work on applying fire protection at the Lakhta Center site / G. K. Solovyev // Integration of Modern Scientific Research into the Development of Society: Collection of Materials of the II International Scientific and Practical Conference, Kemerovo, May 5, 2017 / West Siberian Scientific Center. Vol. 1. – Kemerovo: Limited Liability Company “West Siberian Scientific Center”, 2017. – Pp. 25–27.

13. Kurakin, V. A. The under-construction public and business complex “Lakhta Center” in the city of Saint Petersburg / V. A. Kurakin, M. A. Rogatovskikh // Construction and Architecture. Trends in the Development of Modern Science: Materials of the Scientific Conference of Students and Postgraduates of the Lipetsk State Technical University, Lipetsk, April 14–18, 2018. – Lipetsk: Lipetsk State Technical University, 2018. – Pp. 247–249.

14. Mironova, E. Yu. Ensuring the stability of high-rise buildings by installing outrigger systems on the example of the MFC “Lakhta Center” in Saint Petersburg / E. Yu. Mironova // VII All-Russian Science Festival: Collection of Reports: in 2 Volumes, Nizhny Novgorod, October 4–5, 2017 / Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering. Vol. 1. – Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, 2017. – Pp. 50–54.

15. Shulyatyev, O. A. Contribution of the construction of the Lakhta Center tower to geotechnics / O. A. Shulyatyev // Foundations. – 2020. – No. 1. – Pp. 24–28.

УДК 69.054:69.058

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПРОЦЕДУР ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Д. А. Казаков, Е. Д. Казакова

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

**Казакова Елизавета Дмитриевна**, Воронежский государственный технический университет, аспирант кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: lizakaz@icloud.com

**Аннотация:** в работе рассмотрен вопрос применения актуальных методов проведения контроля качества при строительстве и экспертизе технического состояния зданий и сооружений в свете подходов параметрического нормирования. Проведен анализ современного инструментария инженерной геодезии в комплексе с актуальными технологиями информационного моделирования. Также проанализирована возможность применения геодезических методов с использованием современного высокотехнологичного оборудования во внутреннем пространстве помещений как строящихся, так и завершенных строительством, зданий и сооружений. Получен вывод о том, что реализация такого подхода позволит повысить точность и информативность контрольных процедур в строительстве. Установлены основные преимущества современных технологий: оперативность, высокая скорость, детальность, информативность геопространственных данных, интерактивность, возможность интеграции в информационную модель объекта строительства на любом этапе жизненного цикла строительства.

**Ключевые слова:** контроль качества, геодезические методы, отрасль, методика параметрического нормирования, информационная модель.

## PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF GEODETIC METHODS IN CONDUCTING CONFORMITY ASSESSMENT PROCEDURES FOR CONSTRUCTION PRODUCTS

D. A. Kazakov, E. D. Kazakova

**Kazakov Dmitry Alexeevich**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, Organization of Construction, Expertise and Real Estate Management, E-mail: dkazakov@cchgeu.ru

**Kazakova Elizaveta Dmitrievna**, Voronezh State Technical University, Postgraduate student of the Department of Technology, Construction Organization, Expertise and Real Estate Management, E-mail: lizakaz@icloud.com

**Abstract:** the paper considers the issue of applying current methods of quality control during construction and examination of the technical condition of buildings and structures in the light of parametric rationing approaches. The analysis of modern tools of engineering geodesy in combination with current information modeling technologies is

carried out. The possibility of using geodetic methods using modern high-tech equipment in the interior of both under construction and completed buildings and structures is also analyzed. It was concluded that the implementation of this approach will improve the accuracy and information content of control procedures in construction. The main advantages of modern technologies have been established: efficiency, high speed, detail, informative geospatial data, interactivity, and the ability to integrate into the information model of a construction site at any stage of the construction lifecycle.

**Keywords:** quality control, geodetic methods, industry, parametric standardization methodology, information model.

Ситуация на данном этапе развития инвестиционно-строительного комплекса России характеризуется противоположными тенденциями: с одной стороны активно снижается количество аспектов государственного регулирования вопросов качества строительной продукции, что обусловлено смещением ответственности в сторону строительного контроля в системе отношений «заказчик – подрядчик» и уменьшается количество жестких регулирующих нормативов, а с другой – рост соответствующих требований участников строительного рынка.

Договор подряда, в соответствии с положениями Гражданского кодекса России, по своей универсальной правовой природе, является соглашением на выполнение работ, имеющим своей целью изготовление индивидуально-определенной вещи, выполнение иной работы с передачей прав на результат работ заказчику. Существенным признаком договора подряда, ограничивающим его от иных обязательств, является то, что по условиям письменного соглашения подрядчик обязуется в установленный договором срок выполнить по заданию заказчика строительство (строительные работы) и представить ему результат выполненных работ.

Одним из определяющих вопросов качества строительной продукции является существующий подход к оценке соответствия выполненных работ и конструкций, по сути исключающий процедуры учета брака и возлагающая на заказчика всю полноту ответственности [1, 2]. Причиной тому является сложившаяся методика оценочных мероприятий строительного контроля и традиционные подходы к экспертизе объектов капитального строительства. «Все, что принято заказчиком – хорошо, а что не принято – еще не доделано».

Вместе с тем, иногда осложнения в оценке соответствия возникают по причине наличия коллизий в действующей базе как правовых актов, так и нормативных документов. Не секрет, что один и тот же термин наделяется различными определениями в разных документах, что, даже при установившемся в практике строительства понимании, нередко служит инструментом для инсинуаций.

Выполнение работ по ремонту, в том числе капитальному, предполагающему усиление несущих конструкций производится не только в отношении старых зданий, но и новых построек [3, 4]. Потребность в усилении новостроек периодически и выявляется вследствие ошибок, допущенных как на этапе инженерных изысканий или проектирования, так и в процессе выполнения строительно-монтажных работ.

Решению указанных проблем может послужить разработка новых контрольных процедур оценки качества работ, в основе которых необходимо предусмотреть возможность максимального учета всех конкретных фактических отклонений, допущенных при выполнении производственного задания, что соответствует стратегическому применению методики параметрического нормирования.

Подобный подход отвечает наиболее актуальным тенденциям развития инвестиционно-строительного комплекса России и позволяет заказчику строительства, в то числе на объектах индивидуального жилищного строительства, самостоятельно и компетентно производить оценочные мероприятия и принимать легитимное решение о

качестве получаемой продукции. Очевидно, что применение указанных мер в практике строительства в значительной степени упростит и сделает прозрачной процедуру оценки выполненных объемов сметных работ, что, в итоге, приведет к снижению уровня затрат на переделку брака.

Существующие методы оценки соответствия строительной продукции основаны на обоснованных, традиционных, но существенно устаревших технологиях, построенных на применении несовершенной инструментальной базы. Существенно повысить точность и информативность контрольных процедур предлагается за счет совершенствования методологии контроля, и, в частности, применения современных геодезических методов и инструментария в комплексе с актуальными и перспективными технологиями информационного моделирования.

Геодезические работы для определения точности геометрии возводимых зданий и сооружений выполняются на основании указаний СП 126.13330, в соответствии с которым контроль точности геометрических параметров зданий и сооружений является обязательным.

В системе существующих нормативов по обоснованию точности геометрических параметров зданий и сооружений указаны величины допустимых отклонений, которые необходимо обеспечить при выполнении работ, но не указаны способы и последовательности выполнения контрольных мероприятий, а также нет конкретных данных о типах применяемого оборудования. На основании этих же стандартов методы и средства измерений должны соответствовать следующим критериям: отвечать требованиям точности для конкретных видов работ и обеспечивать минимальные затраты при производстве работ и их обработке.

Способы, пригодные для выполнения работ внутри как строящихся, так и эксплуатируемых зданий и сооружений, позволяющие производить определение геометрических параметров приведены в [5-7]. Можно выделить следующие группы видов инструментальных измерений: линейные, угловые, высотные и координатные.

Применение геодезических приборов для оценки показателей качества при выполнении наружных и внутренних строительных работ предполагает выполнение измерений осадок, крена, прогибов, перекосов, зданий и сооружений, оценку вертикальности стен и колонн, размеров трещин в строительных конструкциях и многое другое.

Для оценки геометрических параметров зданий и сооружений чаще всего применяются традиционные методы съемки и измерений, к которым можно отнести: нивелирование при оценке вертикальных деформаций и измерения с помощью цифрового тахеометра для определения угловых и линейных параметров строительных конструкций, для некоторых видов работ используют мерные ленты и лазерные рулетки.

Высокоточное нивелирование позволяет весьма достоверно определить малые значения вертикальных деформаций или отклонений элементов конструкций, но его не всегда удобно использовать во внутренних помещениях в стесненных условиях. Широкие возможности и высокая эффективность электронных тахеометров практически вытеснили нивелиры из использования в производстве геодезических работ [6, 8].

Метод тахеометрической съемки основан на оценке положения отдельных точек на поверхности объектов путем измерения линейных расстояний, а также вертикальных и горизонтальных углов. Современные электронные тахеометры способны работать с любыми отражающими поверхностями [7], полностью автоматизированы и позволяют с высокой точностью фиксировать объемные координаты объекта, и посыпать их на компьютер для дальнейшей обработки. Скорость работы ограничивается паспортными характеристиками тахеометра, навыком работы специалиста и объемом работ. Необходимые технические и эксплуатационные параметры электронных тахеометров для измерения геометрических параметров зданий и сооружений приведены в СП 126.13330.

Существуют так же альтернативные способы и методы определения геометрических параметров строительных конструкций, такие как фотографический,

стереофотограмметрический, лазерно-зеркальный, гидростатическое нивелирование [6,7]. Эти методы используются редко, что объясняется их сложностью и высоким уровнем затрат. По большей части такие методы применяются для мониторинга деформаций окружающей объект капитального строительства застройки.

К современным и наиболее перспективным измерительным технологиям часто относят приборы объемного сканирования. Хотя технология существует более 20 лет, ее активно стали использовать в последнее время и это, в первую очередь, обусловлено появлением высокоэффективного программного обеспечения с использованием алгоритмов искусственного интеллекта. Сегодня можно достаточно точно измерить положение множества геометрических точек на поверхностях конструкций здания [7].

Такая технология называется лазерным или объемное сканированием и относится к дистанционным методам сбора геопространственных данных [7, 8].

Несмотря на то, что электронный тахеометр пока остается предпочтительным измерительным прибором для геодезистов на строительной площадке, его возможности ограничены, так как съемка объектов происходит точечно и наибольшее количество точек, которые можно отснять за рабочий день не превышает 1000. Кроме того, необходимо несколько дней на обработку данных полученной съемки. При определении геометрических параметров зданий, сооружений или их частей электронные тахеометры позволяют получить высокую точность. Характеристики ряда моделей стационарных лазерных сканеров также позволяют получить аналогичную точность, но их скорость работы невообразимо выше – до миллиона точек в секунду. При лазерном сканировании возможно задавать ограниченную область сканирования или сканировать все окружающее пространство.

Развитие геодезических технологий происходит очень быстро и идет по пути совершенствования, сегодня на рынке можно встретить гибридные системы, объединяющие цифровой тахеометр и лазерный сканер.

Эти системы позволяют объединять облака точек отдельных съемок помещений в единое координатное пространство всего здания или сооружения, благодаря опорным точкам, созданных с помощью функции электронного тахеометра.

Измерения и оценку габаритов объектов предполагается выполнять по реперам облака точек как в полевых, так и в камеральных условиях (рис. 1).



**Рис. 1. Оценка геометрических параметров металлической конструкции на облаке точек**

Используя специализированное программное обеспечение, возможно, преобразовывать облака точек в обмерные чертежи, исполнительные схемы и трехмерные модели (рис. 2) [8].



**Рис. 2. Преобразование лазерного сканирования: облако точек, план этажа**

Практика обследовательских предприятий, использующих в своей работе лазерные сканеры, показывает широкий спектр их применения. Анализ таких работ показывает, что данная технология обладает бесспорным преимуществом: точностью и высокой скоростью оценки геометрических параметров строительных объектов.

Помимо указанных достоинств технология лазерного сканирования имеет ряд недостатков, к которым можно отнести отсутствие нормативной документации и официальных регламентов выполнения строительно-монтажных работ, а также высокую стоимость приборов и программного обеспечения для обработки точек лазерного отражения. В связи с этим использование её не всегда является оправданным, особенно если речь идет о стандартных измерениях.

Постоянные усовершенствования лазерных сканеров и развитие технологий информационного моделирования открывают путь для перспективных инновационных разработок в области строительного контроля и строительно-технической экспертизы. Сопоставление геопространственных данных строительных объектов, полученных в результате лазерного сканирования с проектной трехмерной моделью, позволяет выявлять все отклонения и неточности, допущенные при производстве работ [8, 10]. С точки зрения предоставления информации, существенное преимущество объемного сканирования заключается в беспрецедентном уровне геометрической детализации, которая может передавать микрogeометрию и цвет поверхностей.

Использование дронов на строительной площадке также является перспективным направлением в области контроля качества строительных работ. Оснащенные камерой, фотоаппаратом или облегченным сканером беспилотные летательные аппараты (БПЛА) могут проводить съемку и измерения с заданными точностью, частотой и периодичностью. Менее дорогая технология фотосъемки с БПЛА также позволяет преобразовывать фотоданные в плотные облака точек, ортофотопланы (ортогональная проекция сфотографированного объекта на плоскость) и трехмерные модели пространства, что стало возможным благодаря применению технологий машинного обучения и компьютерного зрения для анализа и обработки геоданных.

Существуют веб-платформы для контроля строительства в реальном времени, основанные на данных с БПЛА. Данный сервис позволяет в автоматическом режиме проводить съемку строительной площадки с помощью дронов, получать трехмерную модель и совмещать ее с проектной документацией, далее платформа проводит количественный и визуальный контроль проделанных и планируемых работ. Использование таких платформ позволяет исключать негативное влияние человеческого фактора на стройке, быстро актуализировать данные и повышать общий контроль, а также вносить оперативные изменения в ход строительных работ. Современные дроны со специальными датчиками или основанные на компьютерном зрении можно использовать и внутри помещений.

Еще одним перспективным шагом в цифровизации строительства могут стать такие инструменты, как технологии виртуальной реальности (VR) и дополненной реальности (AR), открывающие новые возможности для погружения пользователя в реалистичную трехмерную среду. В случае дополненной реальности выполняется наложение виртуальной информации (проектные решения) на реальную среду (фактически выполненные конструкции, здания, сооружения) с помощью специальных очков или планшета (смартфона), оснащенного камерой (рис. 3). При этом создается возможность визуального выявления расхождений (дефектов) с возможностью их последующей оценки и регистрации.



**Рис. 3. Контроль положения конструкций с помощью технологий дополненной и виртуальной реальности**

В 2024 г. российскими предприятиями, осуществляющими деятельность, близкую к строительной отрасли, разработан уникальный норматив – ГОСТ Р 71718, основной целью которого является внесение в общую практику строительства и строительного контроля в частности понятий виртуальной и дополненной реальности.

На основании вышесказанного можно сделать следующие выводы:

- в основе совершенствования мероприятий и процедур контрольной и надзорной деятельности в отношении строительной продукции лежит не только необходимость модернизации приборной базы, но и обновление методологии подходов к оценке параметрического качества строительной продукции;
- обзор и анализ современных геодезических технологий в комплексе с актуальными технологиями информационного моделирования показали, что их использование позволит повысить точность и информативность контрольных процедур в строительстве зданий и сооружений.

## Список литературы

1. Казаков, Д. А. Проблемы организации строительного контроля заказчика и подрядчика при строительстве объектов нефтегазового комплекса / А. Н. Ткаченко, Д. А. Казаков, А. Н. Василенко, И. Е. Спивак // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2017. – № 2. С. 49-55.
2. Казаков, Д. А. Обеспечение качества при строительстве объектов нефтегазового комплекса / А. Н. Ткаченко, Д. А. Казаков, А. А. Мершиев // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2017. – № 2 (46). – С. 87-97.
3. Казаков, Д. А. Повышение эффективности работ по капитальному ремонту производственных зданий / Д. А. Казаков, Е. Е. Кузнецова // Студент и наука. – 2019. – № 1(8). – С. 58-66.
4. Казаков, Д. А. Вопросы обеспечения качества и учета брака при строительстве объектов нефтегазового комплекса / Д. А. Казаков. - Текст : непосредственный // Обеспечение качества, безопасности и экономичности строительства. Практика. Проблемы. Перспективы. Инновации: материалы Второй совместной научно-практической конференции ГБУ «ЦЭИИС» и ИПРИМ РАН. - Москва, ИПРИМ РАН, 2020. – С. 226-236.
5. Шеховцов, Г. А. Геодезические работы при экспертизе промышленной безопасности зданий и сооружений : монография / Г. А. Шеховцов, Р. П. Шеховцова ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Нижегородский гос. архитектурно-строитель. ун-т". - Нижний Новгород : ННГАСУ, 2008. - 61 с.
6. Никонов, А. В. Исследование точности определения геометрических параметров строительных конструкций электронным тахеометром / А. В. Никонов, Д. А. Бирюкова, В. В. Танюхин - Текст : непосредственный // Интерэкско Гео-Сибирь. – 2019. – № 1. – С. 155-164.
7. Казаков, Д. А. Перспективы применения геодезических методов наблюдения за деформациями пневматических опалубок / В. Н. Мелькумов, А. Н. Ткаченко, Н. Б. Хахулина, Д. А. Казаков / Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2015. – №1 (37). – С. 51-59.
8. Хахулина, Н. Б. 3D лазерное сканирование строительных конструкций / А. А. Спириденко, А. В. Горина, Н. Б. Хахулина // Студент и наука. – 2018. – № 4. – С. 53-60.
9. Семыкин, В. Лазерное сканирование в интересах авторского надзора и контроля строительства [Электронный ресурс] / В. Семыкин. – Электрон. дан. – Москва: ООО «Акрополь-Гео», - URL: <https://acropol-geo.ru/o-tehnologii/119-kontrol-stroitelstva> (дата обращения: 05.11.2025).
10. Богданов, А. Н. Строительный контроль методом наземного лазерного сканирования / А. Н. Богданов, Я. А. Листратов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета». – 2019. – № 4 (50). – С. 401-409.

## List of references

1. Kazakov, D. A. Problems of the organization of construction control of the customer and contractor during the construction of oil and gas facilities / A. N. Tkachenko, D. A. Kazakov, A. N. Vasilenko, I. E. Spivak // FES: Finance. Economy. Strategy. 2017. No. 2. pp. 49-55.
2. Kazakov, D. A. Quality assurance in the construction of oil and gas facilities / A. N. Tkachenko, D. A. Kazakov, A. A. Mershiev // Scientific Journal of Construction and Architecture. – 2017. – № 2 (46). – Pp. 87-97.
3. Kazakov, D. A. Improving the efficiency of major repairs of industrial buildings / D. A. Kazakov, E. E. Kuznetsova // Student and science. – 2019. – № 1(8). – Pp. 58-66.

4. Kazakov, D. A. Issues of quality assurance and consideration of defects in the construction of oil and gas facilities / D. A. Kazakov. - Text : direct // Ensuring the quality, safety and cost-effectiveness of construction. Practice. Problems. The prospects. Innovations: proceedings of the Second Joint Scientific and practical Conference of GBU "CEIIS" and IPRIM RAS, Moscow, IPRIM RAS, 2020, pp. 226-236.
5. Shekhovtsov, G. A. Geodetic works in the examination of industrial safety of buildings and structures : a monograph / G. A. Shekhovtsov, R. P. Shekhovtsova ; Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Federal Agency for Education, State Educational Institution of Higher Education. Prof. education "Nizhny Novgorod State University of Architecture and Construction. un-t". Nizhny Novgorod : NGASU, 2008. 61 p.
6. Nikonov, A.V. Investigation of the accuracy of determining the geometric parameters of building structures with an electronic total station / A.V. Nikonov, D. A. Biryukova, V. V. Tanyukhin - Text : direct // Interexpo Geo-Siberia. 2019. No. 1. pp. 155-164.
7. Kazakov, D. A. Prospects for the application of geodetic methods for monitoring deformations of pneumatic formwork / V. N. Melkumov, A. N. Tkachenko, N. B. Khakhulina, D. A. Kazakov / Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. – 2015. – №1 (37). – Pp. 51-59.
8. Khakhulina, N. B. 3D laser scanning of building structures / A. A. Spiridenko, A.V. Gorina, N. B. Khakhulina // Student and science. – 2018. – No. 4. – pp. 53-60.
9. Semykin, V. Laser scanning in the interests of author supervision and construction control [Electronic resource] / V. Semykin. – Electron. dan. – Moscow: Acropolis-Geo LLC, - URL: <https://acropol-geo.ru/o-texnologii/119-kontrol-stroitelstva> (date of request: 05.11.2025).
10. Bogdanov, A. N. Construction control by ground-based laser scanning / A. N. Bogdanov, Ya. A. Listratov // Proceedings of the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering". – 2019. – № 4 (50). – Pp. 401-409.

УДК 69.001.6

## ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЕГИПЕТСКИХ ПИРАМИД

Д. А. Казаков, Л. И. Медведева, И. Д. Жадобин

**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](mailto:k_di@list.ru)

**Медведева Лилия Ивановна**, Воронежский государственный технический университет, студент гр. СУЗ-201, E-mail: [liliy\\_vgasu@mail.ru](mailto:liliy_vgasu@mail.ru)

**Жадобин Илья Дмитриевич**, Воронежский государственный технический университет, студент гр. СУЗ-201, E-mail: [Zhadobin15@gmail.com](mailto:Zhadobin15@gmail.com)

**Аннотация:** создание египетских пирамид остаётся одним из самых впечатляющих и неразгаданных архитектурных проектов в истории человечества. Несмотря на свой возраст в несколько тысячелетий, эти постройки впечатляют точностью инженерной мысли, колossalным масштабом и проверенной веками надёжностью. В статье подробно рассматриваются организационно-технические условия сооружения пирамид, включая способы привлечения рабочей силы, методы транспортировки камня, технологии строительства и роль государственной власти. Рассматриваются основные теории, объясняющие строительные приёмы, а также современные археологические и инженерные исследования, позволяющие объяснить уникальность этого явления. Таким образом, успех этого грандиозного проекта определялся не столько в технических средствах, сколько в умении организовать труд и ресурсы в масштабе всего государства. Также важную роль играли религиозные убеждения, культурные традиции и постоянное руководство со стороны фараонов, что обеспечивало стабильность и эффективность всей масштабной строительно-организационной системы. В целом, пирамиды остаются уникальным свидетельством высокого уровня организации, инженерного мастерства и духовной мудрости древнеегипетской цивилизации.

**Ключевые слова:** египетские пирамиды, организация строительства, рабочая сила, логистика, каменоломни, транспортировка, инженерные методы.

## TECHNOLOGY AND ORGANIZATION OF THE CONSTRUCTION OF THE EGYPTIAN PYRAMIDS

Д. А. Казаков, Л. И. Медведева, И. Д. Жадобин

**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](mailto:k_di@list.ru)

**Medvedeva Liliya Ivanovna**, Voronezh State Technical University, student gr. SUZ-201, E-mail: [liliy\\_vgasu@mail.ru](mailto:liliy_vgasu@mail.ru)

**Zhadobin Ilya Dmitrievich**, Voronezh State Technical University, student gr. SUZ-201, E-mail: [Zhadobin15@gmail.com](mailto:Zhadobin15@gmail.com)

**Abstract:** the construction of the Egyptian pyramids remains one of the most impressive and enigmatic architectural projects in human history. Despite being several millennia old,

these structures continue to amaze with their precision of engineering, colossal scale, and time-tested durability. This article provides a detailed examination of the organizational and technical conditions of the pyramids' construction, including methods of labor mobilization, techniques for stone transportation, construction technologies, and the role of state authority. The main theories explaining the construction techniques are considered, alongside modern archaeological and engineering research that helps to explain the uniqueness of this phenomenon. Thus, the success of this monumental project was determined not so much by technical means, but by the ability to organize labor and resources on a state-wide scale. Religious beliefs, cultural traditions, and the constant leadership of the pharaohs also played a crucial role, ensuring the stability and efficiency of the entire large-scale construction and organizational system. In summary, the pyramids stand as a unique testament to the high level of organization, engineering skill, and spiritual power of ancient Egyptian civilization.

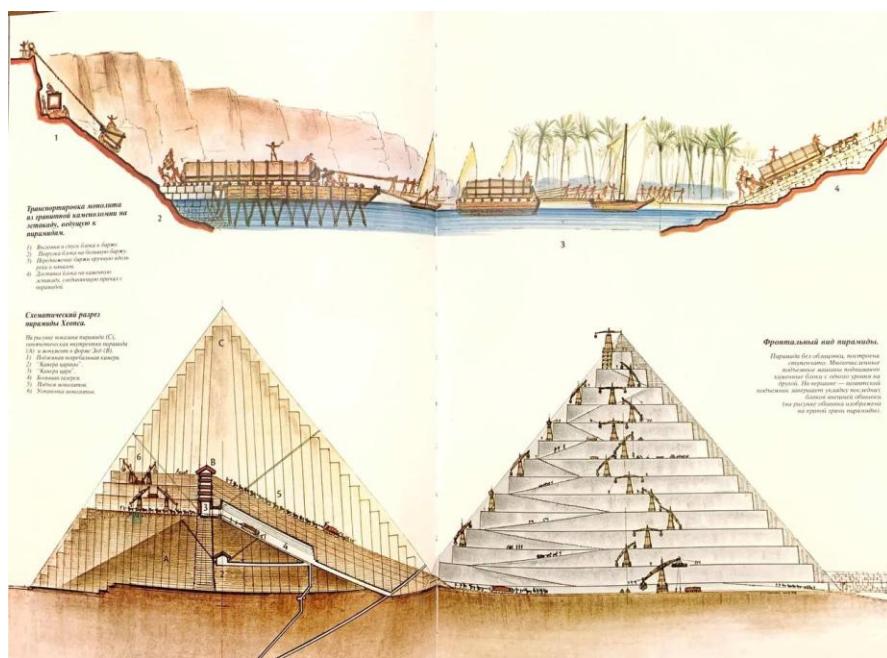
**Keywords:** Egyptian pyramids, construction organization, workforce, logistics, quarries, transportation, engineering methods.

Пирамиды Египта - не просто архитектурные памятники древности, а символы целой цивилизации. Самые известные из них, включая пирамиду Хеопса в Гизе, были возведены более 4500 лет назад и до сих пор остаются величайшими каменными сооружениями на земле. Вопрос в том, как именно египтянам удалось построить такие масштабные сооружения без современной техники, волнует исследователей уже не одно столетие. Объяснения варьируются от теорий о простых насыпях до гипотез о сложных инженерных приборах. Однако независимо от выбранной версии бесспорно одно: строительство пирамид стало возможным благодаря особенной систематизации работы ресурсов и логистики. В данной статье ставится цель рассмотрения технологии организации строительства пирамид через призму историко-инженерного анализа: от мобилизации рабочей силы до практических методов возведения массивных блоков [1].

Продолжительное время было мнение, что пирамиды возводили рабы, подавляемые властью фараона, но нынешние исследования отрицают этот миф. Археологические находки в районе Гизы демонстрируют, что строители были вольными людьми - по большей части крестьянами, вовлекаемыми на государственные проекты в промежуток разлива Нила, когда сельскохозяйственные работы были невыполнимы. По оценкам египтолога Марка Лернера, единовременно на строительстве пирамиды Хеопса трудилось около 20 - 30 тысяч человек. Они были разбиты на звенья, бригады и роты, что напоминает военную организацию. Такая система позволяла соблюдать режим и продуктивность. Рабочим выдавали питание, жильё и оказывали медицинскую помощь [2]. Это говорит о том, что строительство пирамид было, скорее, национальным планом, а не вынужденным трудом. Одной из главных проблем был процесс доставки тяжелых каменных блоков к месту строительства.

Основные особенности технологии организации строительства заключаются в следующем (рис. 1):

- Каменоломни. Крупная часть известняка извлекалась на плато Гиза. Для облицовки использовался белый турский известняк, завозившийся с восточного берега Нила. Гранитные блоки для внутренних камер привозились из Асуана - за 900 км от Гизы.
- Транспортировка. Египтяне применяли особенные сани, которые тащили рабочие. Современные исследования рельефа из гробницы Джехутихотепа иллюстрировали, что перед санями обливали песок водой, уменьшая трение почти вдвое.
- Речные пути. Для транспортировки грузов формировали временные каналы и причалы у подножия плато. Это позволяло транспортировать тысячи тонн камня относительно быстро [3].

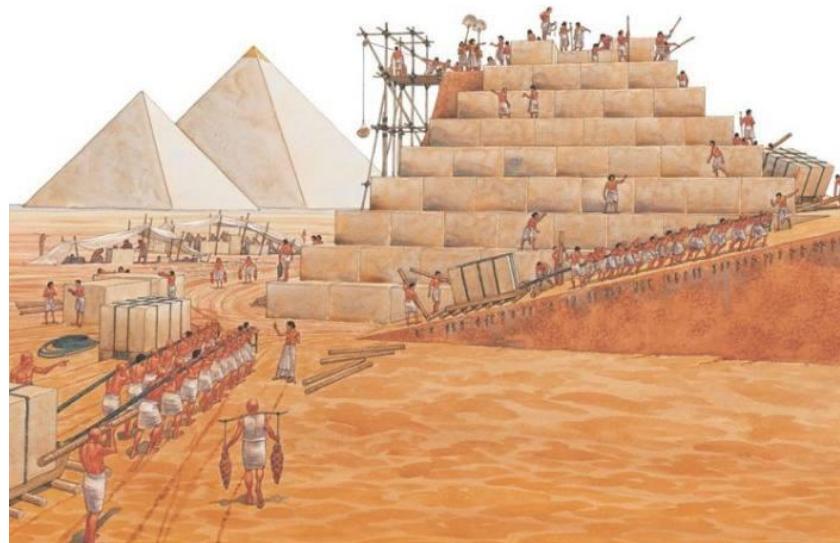


**Рис. 1. Технология организации строительства египетских пирамид**

В результате успех строительства зависел от обдуманной транспортной системы, соединявшей каменоломни, Нил и стройплощадку. Вопрос в том, как именно возносили блоки на большую высоту, остаётся спорным.

Существует несколько основных гипотез, объясняющих способы возведения пирамид (рис. 2):

- Прямой внешний пандус. Самая легкая теория - насыпь из песка и глины, по которой поднимали блоки. Тем не менее, длина такого пандуса для пирамиды Хеопса должна была доходить до нескольких километров, что делало его неосуществимым.
- Винтовой пандус вокруг пирамиды. Более выгодный вариант, предоставляющий возможность постепенно возвышать блоки. Недостаток - незначительная рабочая площадь.
- Внутренний пандус. Французский архитектор Жан-Пьер Уден высказал, что с внутренней стороны пирамиды был спиральный тоннель, по которому переносили каменные блоки. Компьютерные модели доказывают, что такая система могла действовать.
- Комбинированный метод. На практике египтяне, возможно, комбинировали различные технологии в зависимости от этапа строительства. Необходимо отметить, что главным фактором был не столько выбор метода, сколько умение управлять десятками тысяч рабочих и руководить колоссальными объёмами материала [4].



**Рис. 2. Строительство египетских пирамид**

Для результативной работы нужно было не только воздвигать сооружения, но и обеспечивать тысячи рабочих. Археологи находили остатки хлебопекарен, пивоварен и костей животных, поэтому можно предположить, что пропитание строителей содержало мясо, хлеб и пиво, что говорит о высоком уровне попечения государства. Также были найдены медицинские инструменты и доказательства того, что строителям предоставляли помощь при увечьях. Такая система увеличивала результативность и уменьшала потери рабочей силы. Возведение пирамид было не только промышленным, но и философским проектом. Фараон считался посредником между людьми и богами, и строительство пирамиды символизировало его власть и путь к вечности [5].

Централизованное государство Древнего Египта обеспечивало организацию строительного процесса, включая следующие направления деятельности:

- сбор налогов и ресурсов;
- мобилизацию рабочей силы;
- координацию логистики;
- контроль сроков и качества.

Таким образом, пирамиды были результатом не просто инженерных решений, а всей государственной системы Древнего Египта. Современные инженеры и археологи рассматривают пирамиды с использованием технологий 3D-сканирования и компьютерного моделирования.

Анализ демонстрирует, что технология строительства египетских пирамид была создана на трёх ключевых элементах:

1. организации труда - массовом привлечении крестьян, делении их на бригады и реализации условий жизни;
2. логистики - результативной системы транспортировки камня по реке и сухопутным маршрутам;
3. инженерных методах - применении пандусов, рычагов и точных астрономических наблюдений [6].

На основании проведённого анализа можно сделать следующие выводы:

- точность кладки и ориентирование по сторонам света осуществлялось благодаря астрономическим наблюдениям;
- система блоков и коридоров свидетельствует о познании статики и расположении нагрузок;

- надежность объясняется совмещением массивности и правильного выбора материалов.

Эти сведения доказывают, что египтяне владели развитыми техническими знаниями, построенными на опыте и реальных экспериментах.

В заключение следует отметить, что пирамиды стали выполнимы благодаря не единичным технологиям, а неповторимой возможности Древнего Египта формировать гигантский проект, соединивший тысячи людей и ресурсы целого государства. Эти сооружения остаются образцом того, как человеческая организация и настойчивость способны превозмочь инженерные ограничения целой эпохи [7].

### Список литературы

1. Аракелян, Г. Г. Новая гипотеза строительства египетских пирамид / Г. Г. Аракелян, П. П. Олейник // Промышленное и гражданское строительство. – 2004. – № 8. – С. 29-30.
2. Герасименко, И. И. Исследование вопроса строительства египетских пирамид. Новые гипотезы и теории / И. И. Герасименко, Н. Л. Тузова // Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности: IX Международная конференция, VII Международный конкурс научных и научно-методических работ. Сборник трудов, Москва, 01–02 февраля 2018 года / Ответственные редакторы и составители Т.В. Пирязева, В.В. Серов. – Москва: ООО "Издательство "Спутник+", 2018. – С. 53-62.
3. Скрыпник, М. Э. Особенности организации строительства великих империй древности / М. Э. Скрыпник, И. А. Мамонтов, А. В. Рыбалкина // История, современное состояние и перспективы инновационного развития общества: сборник статей Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции, Калуга, 22 октября 2020 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "ОМЕГА САЙНС", 2020. – С. 21-24.
4. Багдасарян, К. К. Тайна строительства египетских пирамид / К. К. Багдасарян // Студенческий. – 2023. – № 33-1(245). – С. 31-34.
5. Мамедов, А. Г. Тайны строительства египетских пирамид (гипотеза) / А. Г. Мамедов // Изобретательство. – 2007. – Т. 7, № 5. – С. 27-36.
6. Маслова, Е. Д. Строительство египетских пирамид / Е. Д. Маслова, Н. Ф. Фаррахова // Материалы 45-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х томах, Октябрьский, 27 апреля 2018 года. Том 2. – Октябрьский: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2018. – С. 235-238.
7. Мельникова, О. В. Развитие строительства высотных зданий: с древних времен до современности / О. В. Мельникова, Е. В. Буряк // Молодёжный вестник Новороссийского филиала Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2024. – Т. 4, № 1(13). – С. 14-21.

### List of references

1. Arakeljan, G. G. New hypothesis of the construction of the Egyptian pyramids / G. G. Arakeljan, P. P. Oleinik // Industrial and civil engineering. - 2004. - No. 8. - P. 29-30.
2. Gerasimenko, I. I. Study of the issue of the construction of the Egyptian pyramids. New hypotheses and theories / I. I. Gerasimenko, N. L. Tuzova // Modern information technologies in education, science and industry: IX International Conference, VII International Competition of Scientific and Scientific-Methodological Works. Collection of works, Moscow, February 1-2, 2018 / Editors-in-chief and compilers T. V. Piryazeva, V. V. Serov. – Moscow: ООО "Издательство "Спутник+", 2018. – Pp. 53-62.

3. Skrypnik, M. E. Features of the organization of the construction of the great empires of antiquity / M. E. Skrypnik, I. A. Mamontov, A. V. Rybalkina // History, current state and prospects of innovative development of society: collection of articles from the National (All-Russian) scientific and practical conference, Kaluga, October 22, 2020. – Ufa: Limited Liability Company "OMEGA SCIENCES", 2020. – Pp. 21-24.
4. Baghdasaryan, K. K. The mystery of the construction of the Egyptian pyramids / K. K. Baghdasaryan // Student. – 2023. – No. 33-1 (245). – P. 31-34.
5. Mamedov, A. G. Secrets of the construction of the Egyptian pyramids (hypothesis) / A. G. Mamedov // Invention. - 2007. - Vol. 7, No. 5. - Pp. 27-36.
6. Maslova, E. D. Construction of the Egyptian pyramids / E. D. Maslova, N. F. Farrakhova // Proceedings of the 45th International Scientific and Technical Conference of Young Scientists, Postgraduates and Students: in 2 volumes, Oktyabrsky, April 27, 2018. Vol. 2. - Oktyabrsky: Ufa State Petroleum Technological University, 2018. - Pp. 235-238.
7. Melnikova, O. V. Development of high-rise building construction: from ancient times to the present day / O. V. Melnikova, E. V. Buryak // Youth Bulletin of Novorossiysk branch of the Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov. – 2024. – Vol. 4, No. 1(13). – P. 14-21.

УДК 624.15

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБСЛЕДОВАНИЯ ФУНДАМЕНТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ЗАВОДА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ КАРТОФЕЛЯ

С. Д. Николенко, Н. В. Дегтярёв

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

**Дегтярёв Никита Владимирович**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. змКНС-231, E-mail: hipset3@yandex.ru

**Аннотация:** статья посвящена вопросам анализа обследования и оценки фактической прочности железобетонных фундаментов промышленных зданий, построенных в советский период. На примере комплекса зданий по переработке картофеля (административно-бытовой корпус и корпус предварительной подготовки картофеля) приведено детальное описание конструктивных решений фундаментов и фундаментных балок, включая их типоразмеры, марки бетона, схемы армирования и применяемые материалы. Основной целью работы являлось экспериментальное определение фактической прочности бетона в конструкциях с использованием неразрушающих методов контроля на основе индивидуальной градуировочной зависимости. В результате проведенных испытаний установлено, что фактический класс прочности бетона большинства обследованных фундаментов (B27,5 и B30) превышает проектный (B25), что свидетельствует о достаточном запасе несущей способности. Полученные результаты позволяют сделать вывод о удовлетворительном состоянии несущих конструкций фундаментов на момент обследования. Материалы статьи могут быть использованы для разработки рекомендаций по дальнейшей безопасной эксплуатации объектов, а также в качестве примера методики проведения обследований и обработки их результатов.

**Ключевые слова:** обследование, фундаменты, прочность бетона, неразрушающий контроль, градуировочная зависимость, класс бетона, эксплуатационные характеристики.

## ANALYSIS OF THE RESULTS OF THE SURVEY OF THE FOUNDATIONS OF INDUSTRIAL BUILDINGS OF THE POTATO PROCESSING PLANT

S. D. Nikolenko, N. V. Degtyarev

**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

**Degtyarev Nikita Vladimirovich**, Voronezh State Technical University, Master's student gr. zmKNS-231, E-mail: hipset3@yandex.ru

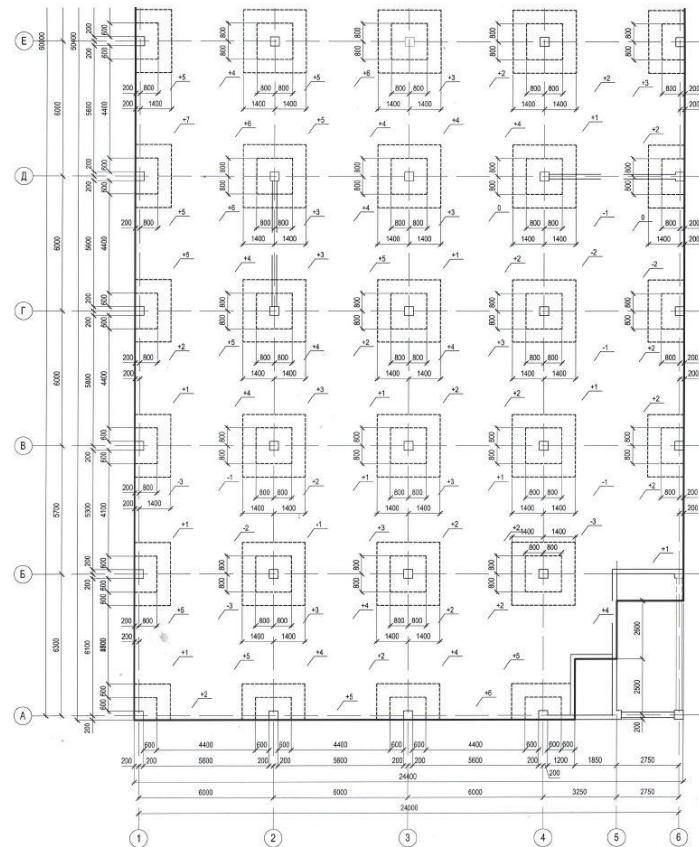
**Annotation:** the article is devoted to the analysis of the survey and assessment of the actual strength of reinforced concrete foundations of industrial buildings built during the Soviet period. Using the example of a complex of potato processing buildings (administrative and household building and potato pre-treatment building), a detailed

description of the structural solutions of foundations and foundation beams, including their standard sizes, concrete grades, reinforcement schemes and materials used, is given. The main purpose of the work was to experimentally determine the actual strength of concrete in structures using non-destructive testing methods based on individual calibration dependence. As a result of the tests, it was found that the actual concrete strength class of most of the surveyed foundations (B27,5 and B30) exceeds the design strength (B25), which indicates a sufficient margin of bearing capacity. The results obtained allow us to conclude that the bearing structures of the foundations are in satisfactory condition at the time of the survey. The materials of the article can be used to develop recommendations for the further safe operation of facilities, as well as an example of the methodology for conducting surveys and processing their results.

**Keywords:** survey, foundations, concrete strength, non-destructive testing, calibration dependence, concrete grade, performance characteristics.

В России имеется достаточно большое количество промышленных предприятий, построенных еще в советские времена. Эти предприятия требуют проведения регулярных обследований [1-3]. В процессе анализа использовалась следующая нормативно-техническая литература [4, 5].

Результатом обследования всегда являются предложения по повышению эксплуатационных характеристик конструкций [6]. В качестве усиления конструкций и устранения дефектов можно рекомендовать применение дисперсного армирования [7-10]. В данном случае обследуемые фундаменты входят в комплекс зданий и сооружений по переработке картофеля. Схема расположения фундаментов здания административно-бытового корпуса представлена на рисунке 1.



**Рис. 1. Схема расположения фундаментов здания административно-бытового корпуса**

Размеры подошвы фундаментов в плане имеют несколько типоразмеров 1,6x1,6 м; 2,8x1,6 м. Под стены лестничных клеток предусмотрены ленточные фундаменты с шириной подошвы от 900 до 1200 мм толщиной 300 мм. Общее количество фундаментов по проекту предусмотрено в количестве 28 штуки. Фундаменты предусматривается выполнять с шагом 6000 мм в осях 1-6 и с шагом от 5700 мм до 6300 мм по рядам А-М. Отметка низа подошвы предусмотрена минус 2,050, отметка верха подколонника – минус 0,050. В виде материала для столбчатых фундаментов проектом предусмотрен бетон В25, W6, F150. Армирование столбчатых фундаментов предусматривается выполнять пространственными каркасами из арматуры класса А500С по СТО АСЧМ 7-93 диаметром 12, 20 и 25 мм и класса А240 в соответствии с требованием государственного стандарта диаметром 8 мм [11].

Под фундаменты предусмотрено выполнение неармированной бетонной подготовки из бетона класса В7,5. Подготовка должна выступать за грани подошвы фундамента на 100 мм. Армирование ленточных фундаментов предусматривается осуществлять отдельными стержнями из арматуры класса А500С диаметром 12, 14, 16, 18 мм и арматуры класса А240 диаметром 8 мм с шагом 200 мм. При сборке стержней в пространственные каркасы предусмотрено применять сварочные клещи, а при их отсутствии соединение осуществляется в шахматном порядке вязальной проволокой диаметром 1,2 – 1,5 мм. Для последующего возведения колонн из фундаментов предусматривается устраивать выпуски арматуры. По периметру здания административно-бытового корпуса на фундаменты опираются сборные железобетонные фундаментные балки ФБ1-ФБ4 с помощью подбетонок из бетона класса В15. Балки из бетона класса В25, W4, F150 по серии 1.415-1.

Фундаментные балки предусмотрены:

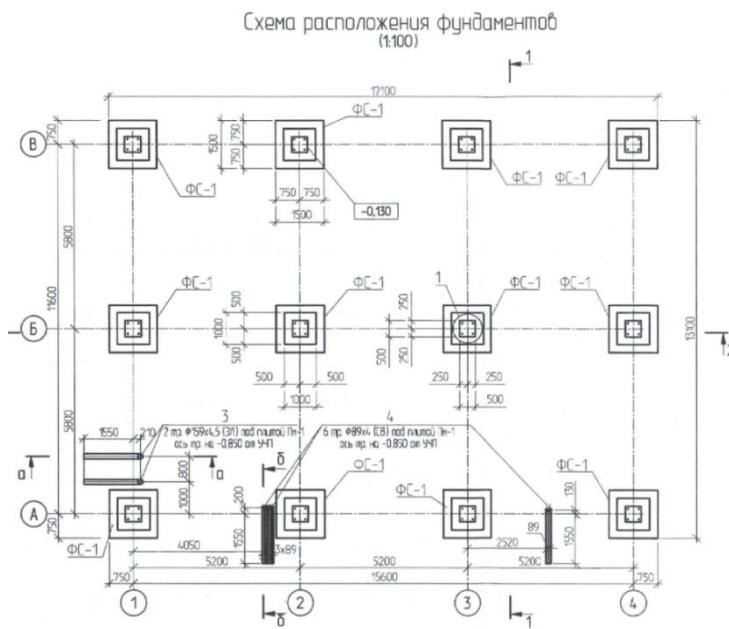
- ФБ1 длиной 5450 мм сечением 260x450 мм из бетона класса В25 по прочности, марки W4 по водонепроницаемости и марки F150 по морозостойкости. Армирование отдельными стержнями из арматуры класса А500С по СТО АСЧМ 7-93 диаметром 10 и 18 мм и класса А240 в соответствии с требованием государственного стандарта диаметром 8 мм [11];

- ФБ2 предусмотрены согласно серии 1.415-1 вып.1;

- ФБ3 длиной 5750 мм сечением 260x450 мм из бетона класса В25 по прочности, марки W4 по водонепроницаемости и марки F150 по морозостойкости. Армирование отдельными стержнями из арматуры класса А500С по СТО АСЧМ 7-93 диаметром 10 и 18 мм и класса А240 в соответствии с требованием нормативной документации диаметром 8 мм [11];

- ФБ4 длиной 3050 мм сечением 260x450 мм из бетона класса В25 по прочности, марки W4 по водонепроницаемости и марки F150 по морозостойкости. Армирование отдельными стержнями из арматуры класса А500С по СТО АСЧМ 7-93 диаметром 10 и 18 мм и класса А240 в соответствии с установленными нормативными требованиями диаметром 8 мм [11].

Схема расположения столбчатых фундаментов корпуса предварительной подготовки картофеля представлена на рисунке 2.



**Рис. 2. Схема расположения столбчатых фундаментов корпуса предварительной подготовки картофеля**

Фундаменты Фс1 под корпус предварительной подготовки картофеля запроектированы в виде столбчатых монолитных железобетонных.

Размеры подошв фундаментов Фс1 в плане имеют несколько типоразмеров.

Отметка низа подошвы фундаментов - минус 2,750, отметка верха подколонника для сборных ж/б колонн - минус 0,150, для монолитных ж/б колонн - минус 0,050.

Материал фундаментов бетон В25, W6, F150. Армирование предусмотрено выполнять пространственными каркасами из арматуры класса А500С по СТО АСЧМ 7-93 диаметром 12, 14 и 16 мм и класса А240 в соответствии с установленными нормативными требованиями диаметром 8 мм [11].

Железобетонные фундаментные балки опираются на фундаменты с помощью подбетонок из бетона класса В15. Балки приняты по серии 1.415-1. Материал фундаментных балок - бетон класса В25, W4, F150.

Под фундаментами предусмотрено выполнение неармированной бетонной подготовки из бетона класса В7,5. Подготовка должна выступать за грани подошвы фундамента на 100 мм.

Минимальный защитный слой верхней и нижней арматуры предусматривается выполнять не менее 40 мм.

В арматурных изделиях соединение продольных и поперечных стержней предусматривается выполнять скрутками из вязальной проволоки.

Лабораторное заключение прочностных характеристик железобетонных конструкций.

Фактический класс бетона по прочности монолитных конструкций  $B\phi$  принимают равным 80% средней прочности бетона конструкций в соответствии с п. 8.4.4 ГОСТ 18105-2018 (1):

$$B\phi = 0,8 Rm \quad (1)$$

где  $B\phi$  – фактический класс прочности бетона;

$Rm$  – средняя фактическая прочность бетона.

Результаты испытаний по определению прочности бетона в фундаментах приведены в таблицах 2-3.

Схемы расположения контролируемых участков приведены на рисунках.

Для оценки прочности использовали имеющуюся индивидуальную градуировочную зависимость для тяжелого бетона (см. табл. 1).

Таблица 1

## Параметры градуировочной зависимости

Аналитический вид	$R=aH + b$ $a=4,6349e-1$ $b=1,0151$
Среднеквадратическое отклонение	$S=2,99$
Коэффициент корреляции	$r=0,943$

Для определения прочности фундаментов здания административно-бытового корпуса были предусмотрены 24 точки контроля прочностных характеристик бетона, результаты испытаний приведены в таблице (см. табл. 2).

Таблица 2

## Результаты определения прочности фундаментов здания административно-бытового корпуса

Условный номер контролируемой конструкции, Т	Наименование конструкции, расположение в осях, отметка, проектный класс	Дата бетонирования, срок твердения	Частные значения прочности, МПа	Среднее значение прочности на участке, МПа, $R_m$	Соответствующий класс по прочности по ГОСТ 26633-2015, ГОСТ 18105-2018
№1	<b>Фундамент в/о 1/А +1,500 B25</b>	- более 28 суток	40,5-37,7-38,6-32,6-35,9	<b>37,1</b>	<b>B27,5</b>
№2	<b>Фундамент в/о 1/Б +1,500 B25</b>	- более 28 суток	39,0-43,3-41,6-44,8-35,7	<b>40,9</b>	<b>B27,5</b>
№3	<b>Фундамент в/о 1/В +1,500 B25</b>	- более 28 суток	34,5-40,5-34,9-43,2-37,3	<b>38,1</b>	<b>B27,5</b>
№4	<b>Фундамент в/о 1/Г +1,500 B25</b>	- более 28 суток	39,4-44,2-40,4-37,0-30,2	<b>38,2</b>	<b>B27,5</b>
№5	<b>Фундамент в/о 1/Д +1,500 B25</b>	- более 28 суток	33,9-37,3-36,0-31,0-37,2	<b>35,1</b>	<b>B25</b>
№6	<b>Фундамент в/о 1/Е +1,500 B25</b>	- более 28 суток	32,5-43,2-40,9-40,3-35,4	<b>38,5</b>	<b>B27,5</b>
№7	<b>Фундамент в/о 2/А +1,500 B25</b>	- более 28 суток	39,9-43,7-37,1-42,6-39,2	<b>40,5</b>	<b>B30</b>
№8	<b>Фундамент в/о 2/Б +1,500 B25</b>	- более 28 суток	45,0-41,5-36,2-40,2-44,9	<b>41,6</b>	<b>B30</b>
№9	<b>Фундамент в/о 2/В +1,500 B25</b>	- более 28 суток	38,4-37,6-41,6-46,7-45,6	<b>42,0</b>	<b>B30</b>
№10	<b>Фундамент в/о 2/Г +1,500 B25</b>	- более 28 суток	46,9-46,0-40,1-48,0-39,1	<b>44,0</b>	<b>B30</b>
№11	<b>Фундамент в/о 2/Д +1,500 B25</b>	- более 28 суток	40,1-36,1-39,1-43,3-42,1	<b>40,1</b>	<b>B30</b>

## Продолжение табл. 2

Условный номер контролируемой конструкции, Т	Наименование конструкции, расположение в осях, отметка, проектный класс	Дата бетонирования, срок твердения	Частные значения прочности, МПа	Среднее значение прочности на участке, МПа, $R_m$	Соответствующий класс по прочности по ГОСТ 26633-2015, ГОСТ 18105-2018
№12	<b>Фундамент в/о 2/Е +1,500 B25</b>	- более 28 суток	40,6-33,0-32,7-42,0-37,4	<b>37,1</b>	<b>B27,5</b>
№13	<b>Фундамент в/о 3/А +1,500 B25</b>	- более 28 суток	36,2-34,0-43,4-37,3-36,2	<b>37,4</b>	<b>B27,5</b>
№14	<b>Фундамент в/о 3/Б +1,500 B25</b>	- более 28 суток	39,1-42,0-37,1-40,3-36,9	<b>39,1</b>	<b>B27,5</b>
№15	<b>Фундамент в/о 3/В +1,500 B25</b>	- более 28 суток	43,0-35,8-35,5-39,0-37,9	<b>38,2</b>	<b>B27,5</b>
№16	<b>Фундамент в/о 3/Г +1,500 B25</b>	- более 28 суток	33,1-40,2-37,9-35,0-42,4	<b>37,7</b>	<b>B27,5</b>
№17	<b>Фундамент в/о 3/Д +1,500 B25</b>	- более 28 суток	39,3-32,4-34,1-37,0-44,0	<b>37,4</b>	<b>B27,5</b>
№18	<b>Фундамент в/о 3/Е +1,500 B25</b>	- более 28 суток	37,8-37,4-31,7-38,8-39,0	<b>36,9</b>	<b>B27,5</b>
№19	<b>Фундамент в/о 4/А +1,500 B25</b>	- более 28 суток	37,4-39,2-41,4-43,0-43,2	<b>40,8</b>	<b>B30</b>
№20	<b>Фундамент в/о 4/Б +1,500 B25</b>	- более 28 суток	37,1-40,5-36,2-39,8-34,3	<b>37,6</b>	<b>B27,5</b>
№21	<b>Фундамент в/о 4/В +1,500 B25</b>	- более 28 суток	43,8-39,9-36,3-34,8-38,1	<b>38,6</b>	<b>B27,5</b>
№22	<b>Фундамент в/о 4/Г +1,500 B25</b>	- более 28 суток	41,2-48,8-41,6-35,2-41,4	<b>41,6</b>	<b>B30</b>
№23	<b>Фундамент в/о 4/Д +1,500 B25</b>	- более 28 суток	41,8-46,0-33,1-36,2-35,5	<b>38,5</b>	<b>B27,5</b>
№24	<b>Фундамент в/о 4/Е +1,500 B25</b>	- более 28 суток	32,7-31,7-33,5-35,3-36,2	<b>33,9</b>	<b>B25</b>
№25	<b>Фундамент в/о 6/В +1,500 B25</b>	- более 28 суток	32,6-36,0-33,0-30,3-33,7	<b>33,1</b>	<b>B25</b>
№26	<b>Фундамент в/о 6/Г +1,500 B25</b>	- более 28 суток	43,8-37,2-43,0-36,9-37,8	<b>39,7</b>	<b>B27,5</b>
№27	<b>Фундамент в/о 6/Д +1,500 B25</b>	- более 28 суток	38,2-43,0-40,8-39,2-35,4	<b>39,3</b>	<b>B27,5</b>
№28	<b>Фундамент в/о 6/Е +1,500 B25</b>	- более 28 суток	32,8-32,9-35,3-32,5-31,4	<b>32,8</b>	<b>B25</b>

Результаты определения прочности столбчатых фундаментов корпуса предварительной подготовки картофеля был выполнен косвенный неразрушающим метод определения прочности бетона, заключения проведенных испытаний приложены в таблице (см. табл. 3).

Таблица 3

**Результаты определения прочности столбчатых фундаментов корпуса предварительной подготовки картофеля**

Условный номер контролируемой конструкции, Т	Наименование конструкции, расположение в осях, отметка, проектный класс	Дата бетонирования, срок твердения	Частные значения прочности, МПа	Среднее значение прочности на участке, МПа, $R_m$	Соответствующий класс по прочности по ГОСТ 26633-2015, ГОСТ 18105-2018
№1	<b>Фундамент Фс1 в/о 1/А, от отм. -2,550 до отм.-0,550 B25</b>	- более 28 суток	36,4-41,2-42,6-38,1-37,5	<b>39,2</b>	<b>B27,5</b>
№2	<b>Фундамент Фс1 в/о 1/Б, от отм. -2,550 до отм.-0,550 B25</b>	- более 28 суток	33,7-35,4-30,1-32,3-36,0	<b>33,5</b>	<b>B25</b>
№3	<b>Фундамент Фс1 в/о 1/В, от отм. -2,550 до отм.-0,550 B25</b>	- более 28 суток	37,9-43,3-36,2-34,4-31,5	<b>36,7</b>	<b>B27,5</b>
№4	<b>Фундамент Фс1 в/о 2/А, от отм. -2,550 до отм.-0,550 B25</b>	- более 28 суток	43,9-33,4-40,5-38,7-35,5	<b>38,4</b>	<b>B27,5</b>
№5	<b>Фундамент Фс1 в/о 2/Б, от отм. -2,550 до отм.-0,550 B25</b>	- более 28 суток	36,2-40,1-42,4-43,5-37,2	<b>40,0</b>	<b>B30</b>
№6	<b>Фундамент Фс1 в/о 2/В, от отм. -2,550 до отм.-0,550 B25</b>	- более 28 суток	41,1-38,7-35,6-34,1-40,1	<b>37,9</b>	<b>B27,5</b>
№7	<b>Фундамент Фс1 в/о 3/А, от отм. -2,550 до отм.-0,550 B25</b>	- более 28 суток	38,2-42,3-41,3-40,8-37,6	<b>40,0</b>	<b>B30</b>
№8	<b>Фундамент Фс1 в/о 3/Б, от отм. -2,550 до отм.-0,550 B25</b>	- более 28 суток	33,0-36,4-40,2-41,1-36,8	<b>37,5</b>	<b>B27,5</b>
№9	<b>Фундамент Фс1 в/о 3/В, от отм. -2,550 до отм.-0,550 B25</b>	- более 28 суток	42,5-34,5-41,8-43,4-40,2	<b>40,5</b>	<b>B27,5</b>
№10	<b>Фундамент Фс1 в/о 4/А, от отм. -2,550 до отм.-0,550 B25</b>	- более 28 суток	40,5-42,2-34,5-34,2-36,8	<b>37,6</b>	<b>B27,5</b>
№11	<b>Фундамент Фс1 в/о 4/Б, от отм. -2,550 до отм.-0,550 B25</b>	- более 28 суток	31,7-36,5-40,2-40,3-39,5	<b>37,6</b>	<b>B27,5</b>
№12	<b>Фундамент Фс1 в/о 4/В, от отм. -2,550 до отм.-0,550 B25</b>	- более 28 суток	35,6-43,1-40,2-38,0-36,5	<b>38,7</b>	<b>B27,5</b>

По результатам проведенного анализа обследования лабораторного контроля фундаментов здания административно-бытового корпуса и корпуса предварительной подготовки картофеля получены следующие выводы:

1. Конструктивные решения обследованных фундаментов и фундаментных балок соответствуют проектной документации. Конструкции запроектированы с применением материалов, отвечающих нормативным требованиям: бетон классов B25 (для фундаментов) и B7,5/B15 (для подготовки и подбетонок), арматура классов A500С и A240.

2. Фактическая прочность бетона была определена неразрушающим методом с использованием индивидуальной градуировочной зависимости.

Результаты испытаний свидетельствуют о следующем:

1. Для административно-бытового корпуса: из 28 обследованных фундаментов у 22 (78,6%) фактический класс прочности бетона составил B27,5 и выше, что превышает проектный класс B25. У 6 фундаментов (21,4%) фактический класс прочности соответствует проектному (B25). Случаев несоответствия проектному классу по прочности не выявлено.

2. Для корпуса предварительной подготовки картофеля: из 12 обследованных фундаментов Fc1 у 10 (83,3%) фактический класс прочности бетона составил B27,5 и выше. У 2 фундаментов (16,7%) фактический класс прочности соответствует проектному B25. Несоответствий проектному классу также не установлено. На основании проведенной оценки установлено, что несущая способность всех обследованных фундаментов обеспечивается с запасом, так как фактическая прочность бетона либо соответствует, либо превышает требуемую проектом. Конструкции фундаментов обоих зданий находятся в удовлетворительном состоянии. Фактические прочностные характеристики бетона позволяют сделать заключение о их надежности и возможности дальнейшей безопасной эксплуатации без проведения мероприятий по усилению, связанных с компенсацией недостаточной прочности бетона. Рекомендуется проводить регулярные визуальные обследования конструкций в соответствии с графиком планово-предупредительных ремонтов для контроля их состояния в процессе эксплуатации.

### Список литературы

1. Nikolenko, S. D. Inspection of industrial building load-bearing structures for defects. / S. D. Nikolenko, S. Sazonova, V. F. Asminin, E. A. Chernikov, T. Kurchenkova, D. Sysoev, M. Glazkova // В сборнике: AIP Conference Proceedings. Proceedings of the IV International Conference on Modernization, Innovations, Progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - С. 060015.
2. Николенко, С. Д. Процесс обследования технического состояния здания элеватора силосного корпуса / С. Д. Николенко, С. А. Сазонова, Ю. А. Иньякова // Моделирование систем и процессов. - 2022. - Т. 15. - № 4. - С. 34–43.
3. Старцев, В. Н. Оценка влияния работоспособности фундаментов на надежность строительных конструкций зданий / В. Н. Старцев, С. Д. Николенко, М. Н. Жерлыкина // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. - 2025. - № 1 (32). - С. 30–38.
4. СП 22.13330.2018. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83. – Введ. 2019-06-17. – Москва: Минстрой России, 2018. – 144 с. [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/554533661> (дата обращения: 07.05.2025).
5. 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: 07.05.2025).

6. Nikolenko, S. D. Measures to improve the performance of concrete of reinforced concrete supports of technological overpasses / S. D. Nikolenko, S. A. Sazonova, N. V. Akamsina, S. S. Rylev, N. Yu. Rogov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. - 2021. - С. 52036.
7. Высоцкий, Д. Е. Влияние характеристик фибр на прочность сталефибробетона / Д. Е. Высоцкий, С. Д. Николенко, Е. Э. Бурак // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. - 2025. - № 2 (33). - С. 31–38.
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.
9. Николенко, С. Д. Экспериментальное исследование работы фибробетонных конструкций при знакопеременном малоциклическом нагружении / С. Д. Николенко, Г. Н. Ставров // Известия высших учебных заведений. Строительство и архитектура. - 1986. - № 1. - С. 18–22.
10. Nikolenko, S. D. Behavior of dispersion-reinforced concrete under dynamic action / S. D. Nikolenko, S. A. Sazonova, V. F. Asminin, N. V. Mozgovoj, L. N. Zvyagina // Journal of Physics: Conference Series. III International Conference on Metrological Support of Innovative Technologies (ICMSIT-III-2022). - Krasnoyarsk. - 2022. - С. 22006.
11. ГОСТ 5781-82. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия. – Введ. 1982-12-17. – М.: Стандартинформ, 2006. [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200001876> (дата обращения: 07.05.2025).

### List of references

1. Nikolenko, S. D. Inspection of industrial building load-bearing structures for defects. / S. D. Nikolenko, S. Sazonova, V. F. Asminin, E. A. Chernikov, T. Kurchenkova, D. Sysoev, M. Glazkova // In the collection: AIP Conference Proceedings. Proceedings of the IV International Conference on Modernization, Innovations, Progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville. - 2024. - p. 060015.
2. Nikolenko, S. D. The process of inspection of the technical condition of the silo elevator building / S. D. Nikolenko, S. A. Sazonova, Yu. A. Inyakova // Modeling of systems and processes. - 2022. - Vol. 15. - No. 4. - pp. 34-43.
3. Startsev, V. N. Assessment of the effect of the operability of foundations on the reliability of building structures / V. N. Startsev, S. D. Nikolenko, M. N. Zherlykina // Housing and communal infrastructure. - 2025. - № 1 (32). - Pp. 30-38.
4. JV 22.13330.2018. Foundations of buildings and structures. Updated version of SNiP 2.02.01-83. – Introduction. 2019-06-17. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2018. 144 p. [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://docs.cntd.ru/document/554533661> (date of request: 05/07/2025).
5. GOST 31937-2024. Buildings and structures. Rules for inspection and monitoring of technical condition. – Introduction. 2024-05-01 // Federal Agency for Technical Regulation and Metrology (Rosstandart) [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1305691614> (date of request: 05/07/2025).
6. Nikolenko, S. D. Measures to improve the performance of concrete of reinforced concrete supports of technological overpasses / S. D. Nikolenko, S. A. Sazonova, N. V. Akamsina, S. S. Rylev, N. Yu. Rogov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. - 2021. - S. 52036.

7. Vysotsky, D. E. The influence of fiber characteristics on the strength of steel fiber concrete / D. E. Vysotsky, S. D. Nikolenko, E. E. Burak // Housing and communal services. - 2025. - № 2 (33). - Pp. 31-38.
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.
9. Nikolenko, S. D. Experimental study of the operation 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.
10. Nikolenko, S. D. Behavior of dispersion-reinforced concrete under dynamic action / S. D. Nikolenko, S. A. Sazonova, V. F. Asminin, N. V. Mozgovoj, L. N. Zvyagina // Journal of Physics: Conference Series. III International Conference on Metrological Support of Innovative Technologies (ICMSIT-III-2022). - Krasnodar. - 2022. - P. 22006.
11. GOST 5781-82. Hot-rolled steel for reinforcement of reinforced concrete structures. Technical specifications. – Introduction. 1982-12-17. – Moscow: Standartinform, 2006. [Electronic resource]: Available at: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200001876> (date of request: 05/07/2025).

## АНАЛИЗ РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ МНОГОКВАРТИРНОГО ДОМА

С. Д. Николенко, Р. Л. Строев

**Николенко Сергей Дмитриевич**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, E-mail: nikolenkoppb1@yandex.ru  
**Строев Роман Леонидович**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. zmKNS-231, E-mail: rstroev@gmail.com

**Аннотация:** качество объекта строительства зависит от качества проектной документации [1]. Именно проектная документация определяет архитектурно-планировочные, конструктивные, инженерно-технические и технологические решения, закладывая основу для дальнейшего возведения здания. На её основе разрабатывается рабочая документация, которая служит непосредственным руководством для строительных организаций при выполнении работ на площадке. В настоящей статье проведён анализ рабочей документации на примере жилого дома, в ходе которого оценивались полнота, согласованность и соответствие проектным решениям, а также выявлялись возможные недостатки, способные повлиять на безопасность, эксплуатационные характеристики и срок службы объекта. Особое внимание уделено соблюдению требований действующих нормативных документов (СП, ГОСТ, СНиП), а также проверке взаимоувязки между архитектурными, конструктивными и инженерными разделами. Результаты анализа позволяют сформулировать рекомендации по повышению качества подготовки рабочей документации и минимизации рисков, связанных с ошибками на стадии проектирования.

**Ключевые слова:** проектная документация, рабочая документация, проектирование, нормативные требования, СП, ГОСТ.

## ANALYSIS OF WORKING DOCUMENTATION FOR A MULTIFAMILY RESIDENTIAL BUILDING

S. D. Nikolenko, R. L. Stroyev

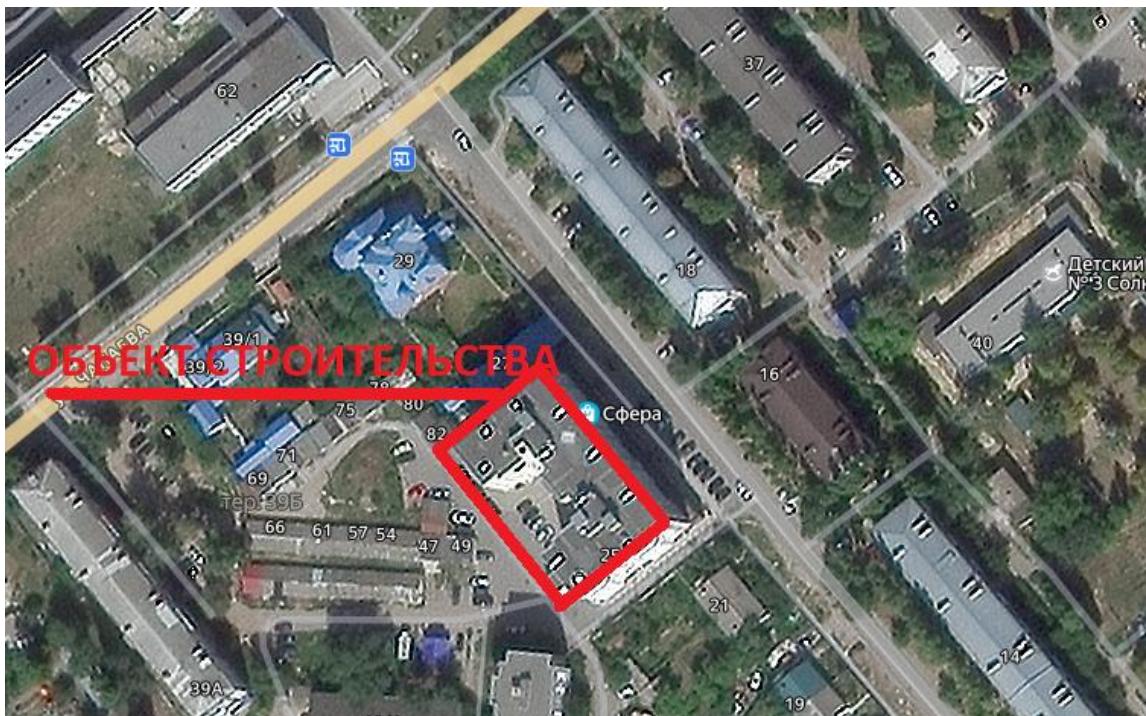
**Nikolenko Sergey Dmitrievich**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, E-mail: nikolenkoppb1@yandex.ru  
**Stroyev Roman Leonidovich**, Voronezh State Technical University, Master's student, gr. zmKNS-231, E-mail: rstroev@gmail.com

**Abstract:** the quality of a construction project is directly dependent on the quality of its design documentation [1]. Design documentation defines the architectural, structural, engineering, and technological solutions that form the foundation for the subsequent construction of the building. Working documentation is developed on the basis of this design documentation and serves as the primary guide for construction teams during on-site implementation. This paper presents an analysis of working documentation for a multifamily residential building. The study evaluates the completeness, internal consistency, and compliance of the working documentation with the original design

solutions. Particular attention is paid to identifying potential deficiencies that could adversely affect the building's safety, operational performance, and service life. The analysis also focuses on adherence to current regulatory standards (including SP, GOST, and SNIП codes) and verifies the coordination between architectural, structural, and engineering sections of the documentation. The findings of the analysis enable the formulation of practical recommendations aimed at improving the quality of working documentation development and minimizing risks associated with design-stage errors.

**Keywords:** keywords: design documentation, working documentation, design engineering, regulatory requirements, SP, GOST.

Современное жилищное строительство в России всё чаще реализуется в условиях реконструкции устаревшей застройки, особенно в малых городах. Проекты, размещаемые в плотной городской среде, требуют особой тщательности при разработке рабочей документации, поскольку ошибки на этом этапе могут привести к аварийным ситуациям, увеличению сроков и стоимости строительства, а также нарушению прав жильцов смежных домов. Целью настоящей работы является комплексный анализ рабочей документации девятиэтажного жилого дома по ул. Комсомольской, д. 25, г. Семилуки, (рис. 1.) с оценкой технической обоснованности и нормативной корректности принятых решений.



### Рис. 1. Ситуационный план расположения объекта исследования

Участок строительства расположен г. Семилуки Воронежской области по ул. Комсомольской. Категория земель: земли населенных пунктов. Границами земельного участка со всех сторон служит существующая застройка, преимущественно малоэтажная и среднеэтажная жилая застройка 1960-1990-х годов постройки. Территория, предназначенная для строительства, частично застроена ветхими сооружениями, подлежащими сносу. Согласно актам технического обследования, данные здания признаны аварийными и не подлежат реконструкции. На территории строительства отсутствуют опасные природные процессы, явления и возможность техногенных воздействий. В частности, не выявлено признаков карстовых провалов, оползней, подтоплений, сейсмической активности (район относится к сейсмическому району 6 баллов по шкале MSK-64) и других геологических

рисков. Также отсутствуют природные источники ионизирующего излучения, что подтверждается данными радиационного мониторинга, проводимого региональным управлением Роспотребнадзора.

Район строительства расположен во IIВ климатическом районе, в соответствии с нормативной документацией [2]. Зимой преобладают сухие и морозные условия, что благоприятно для выполнения наружных бетонных и монтажных работ в холодное время при соблюдении требований по уходу за бетоном.

В марте-апреле 2014 г. отделом изыскательских работ ООО «Корунд» были выполнены инженерно-геологические изыскания для проектирования и строительства жилого многоквартирного дома со встроенными нежилыми помещениями по ул. Комсомольская, 25, г. Семилуки Воронежской области. В ходе изысканий пробурено 5 скважин глубиной до 20,0 м. Участок изысканий до глубины 20,0 м сложен четвертичными делювиальными и ледниковыми отложениями, представленными суглинками и глинами твёрдой и полутвёрдой консистенции, перекрытыми с поверхности насыпными грунтами техногенного происхождения мощностью 0,4–0,8 м. Под насыпными грунтами залегают суглинки твёрдые (ИГЭ-2), имеющие хорошую несущую способность. На глубине 8–12 м выявлены глины полутвёрдые (ИГЭ-3), а ниже – породы мелового возраста: мергели мелоподобные, разрушенный песчаник, глины и пески с прослойками суглинков. По совокупности признаков участок отнесён ко II категории сложности инженерно-геологических условий. Подземные воды в пределах глубины изысканий (до 20 м) скважинами не вскрыты. Однако в верхней части грунтов (в пределах 1,5–2,0 м) возможно образование верховодки – временного водоносного горизонта, формирующегося за счёт утечек из неисправных канализационных сетей и инфильтрации атмосферных осадков в весенний и осенний периоды. Это требует устройства дренажной системы по периметру подземной части здания и применения гидроизоляционных мероприятий при устройстве фундаментов и подвала.

Проектируемое здание имеет сложную П-образную форму в плане. Размеры в крайних осях – 46,9 × 31,18 м. Отметка парапета машинного помещения – +32,020. Здание двухподъездное, 9-этажное, с техническим этажом и тёплым чердаком. В подвале расположена автопарковка, на первом этаже – магазин продовольственных товаров, этажи с 2-го по 9-й – жилые. Общая площадь проектируемого здания составляет 5593,92 м<sup>2</sup>, в том числе: жилая площадь – около 3200 м<sup>2</sup>; площадь встроенных нежилых помещений – 420 м<sup>2</sup>; площадь подземного паркинга – 860 м<sup>2</sup>. Проектом предусматривается устройство тёплого чердака на отм. +26,570 и подвала на отм. –3,350. В подвале расположена автопарковка на 24 машиноместа, что соответствует нормативному обеспечению (1 машино-место на 1,5 квартиры).

Наружные ненесущие стены здания – трёхслойные с утеплением: основной несущий слой – из газосиликатных блоков марки В3,5 D600 F25 по [3] на цементно-песчаном растворе М100, толщиной 300 мм; утепляющий слой – пенополистирол ПСБ-С-35, толщиной 140 мм, что обеспечивает приведённое сопротивление теплопередаче  $R_0 \geq 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Bt}$ , соответствующее требованиям СНиП 23-02-2003 для IIВ климатического района; наружный облицовочный слой – кирпич силикатный облицовочный утолщённый марки СУЛ 125/35 по ГОСТ 379-95, толщиной 120 мм, на цементно- песчаном растворе М100 под расшивку швов. Кирпич окрашен в массе в соответствии с колористическим решением эскизного проекта, что исключает необходимость последующей окраски и повышает долговечность фасада. Цокольная часть здания облицована керамогранитными плитами толщиной 10–12 мм на клеевой основе с устройством вентилируемого зазора, что обеспечивает защиту от механических повреждений и атмосферной влаги. Конструктивная схема здания решена в безригельном каркасе, с жёстким соединением монолитного железобетонного перекрытия с диафрагмами жёсткости и условно жёстким сопряжением с монолитными колоннами. Устойчивость здания обеспечивается системой внутренних монолитных стен лестнично-

лифтового узла, выполняющих функции диафрагм жёсткости. Внутренние монолитные стены лестнично-лифтового узла, являющиеся диафрагмами жёсткости, толщиной 200 мм, выполняются из тяжёлого бетона класса В25, марки по водонепроницаемости W4, по морозостойкости F50. Армирование - вертикальной арматурой Ø12 мм с шагом 200 мм и горизонтальной. Межквартирные перегородки выполняются из газосиликатных блоков марки В2,5 D600 по на цементно-песчаном растворе М50, толщиной 200 мм. Такая толщина обеспечивает требуемый индекс изоляции воздушного шума  $R_w \geq 52$  дБ. Внутриквартирные перегородки выполняются из пазогребневых гипсовых блоков толщиной 80 мм на специальном клеевом составе. Все узлы крепления пазогребневых перегородок к перекрытиям и стенам выполняются в соответствии с типовыми решениями серии М8.10/2007, что гарантирует надёжность и устойчивость к деформациям. Перекрытия - монолитные железобетонные плиты толщиной 220 мм, выполненные из бетона класса В25, F75, с армированием сетками из арматуры класса А500С. В зонах опирания на колонны предусмотрены капители и дополнительное армирование для восприятия концентрированных нагрузок. Лестничные площадки - монолитные, марши - сборные железобетонные 1ЛМ27.12.14-4 по серии 1.151.1-6 в.1. Применение сборных маршей сокращает сроки строительства и повышает качество лифтового узла. Кровля - плоская, утеплённая, с внутренним водостоком. В качестве гидроизоляционного ковра применяются наплавляемые рулонные материалы «Днепрофлекс-К» и «Днепрофлекс-Н» по ТУ 57.74-531-00284718-95. Пороизоляция - «Бикрост ТТП» по ТУ 5774-042-00288739-99.

Здание соответствует требованиям пожарной безопасности: фактическая степень огнестойкости конструкций  $Q_\phi \geq Q_{tr}$ , что подтверждено расчётами в составе проектной документации. Предусмотрены два эвакуационных выхода из каждой секции, лифты пожарного подъёма, система дымоудаления из подвала и лестничных клеток типа Н2.

Анализ выявил использование нормативных документов, утративших силу к 2025 году. Предложена замена в таблице 1:

**Таблица 1**  
**Замена устаревших нормативных документов утративших силу на 2025 г.**

Устаревший документ	Действующий аналог
СНиП 23-02-2003	СП 50.13330.2022
СНиП 12-01-2004	СП 48.13330.2023
СНиП 3.05.06-85	СП 76.13330.2016 + ПУЭ-2024
ГОСТ 31360-2007	ГОСТ 31360-2023
ГОСТ 15588-86	ГОСТ 15588-2014
ГОСТ 379-95	ГОСТ 379-2015

Актуализация необходима для успешного прохождения государственной экспертизы и обеспечения юридической корректности проекта. Проведённый анализ подтверждает техническую обоснованность и экономическую целесообразность принятых решений. Несмотря на стеснённые градостроительные условия, проект соответствует современным требованиям по безопасности, энергоэффективности, сейсмостойкости и комфорту. Выявленные недостатки носят формальный характер и связаны исключительно с устаревшей нормативной базой. После внесения предложенных корректировок проект будет полностью соответствовать требованиям Федерального закона № 384-ФЗ, Градостроительного кодекса РФ и действующих сводов правил.

Практическая значимость результатов заключается в возможности их использования при разработке проектной документации для аналогичных объектов, а также при проведении технических обследований и экспертиз в условиях плотной городской застройки.

При анализе использовалась следующая нормативно-техническая литература [2-8]. При этом необходимо учитывать противопожарные решения и обеспечение безопасного функционирования систем газоснабжения [9-11]. В проекте организации строительства можно рекомендовать использование быстровозводимых временных сооружений [12].

### **Список литературы**

1. Титов, П. А. Анализ качества проектной документации по возведению многоквартирного жилого дома / П. А. Титов, С. Д. Николенко, С. А. Сазонова [и др.] // Моделирование систем и процессов. - 2021. - Т. 14, № 3. - С. 73–81.
2. СП 131.13330.2020. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99 (с Изменениями № 1, 2, 3). Свод правил : издание официальное : утв. приказом Минстроя России от 29 декабря 2020 г. № 912/пр : дата введ. 2021-06-04 / разработан АО «Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений» (АО «ЦНИИпромзданий»). - Москва : Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, 2020. - 176 с.
3. ГОСТ 31360–2023. Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Методы испытаний на морозостойкость. - Введ. 2024-07-01. - М. : Стандартинформ, 2023. - 24 с.
4. СП 50.13330.2022. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с Изменением № 1). Свод правил : издание официальное : утв. приказом Минстроя России от 22 ноября 2022 г. № 997/пр : дата введ. 2023-06-01 / разработан АО «НИИ Мосстрой». - Москва : Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, 2022. - 144 с.
5. СП 48.13330.2023. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. Свод правил : издание официальное : утв. приказом Минстроя России от 28 декабря 2023 г. № 1219/пр : дата введ. 2024-07-01 / разработан АО «НИЦ «Строительство» - НИИОСП им. Н.М. Герсеванова». - Москва : Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, 2023. - 176 с.
6. СП 45.13330.2023. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87 (с Изменениями № 1, 2). Свод правил : издание официальное : утв. приказом Минстроя России от 28 декабря 2023 г. № 1221/пр : дата введ. 2024-07-01 / разработан АО «НИЦ «Строительство» - НИИОСП им. Н.М. Герсеванова». - Москва : Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, 2023. - 312 с.
7. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (в ред. Федеральных законов от 02.07.2021 № 310-ФЗ, от 24.07.2022 № 267-ФЗ, от 14.07.2023 № 305-ФЗ, от 08.08.2024 № 410-ФЗ и др.) [Электронный ресурс] // Собрание законодательства Российской Федерации. - 2010. - № 2. - Ст. 231.
8. ГОСТ 379–2015. Кирпич, камни и блоки стеновые керамические. Общие технические условия. - Введ. 2016-07-01. - М. : Стандартинформ, 2015. - 32 с.
9. Николенко, С. Д. Автоматизация расчетов по интегральной математической модели времени эвакуации людей при пожаре / С. Д. Николенко, С. А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. - 2017. - Т. 10, № 1. - С. 43–49.
10. Николенко, С. Д. Противопожарные объёмно-планировочные решения и материалы для высотных зданий / С. Д. Николенко, А. Н. Ткаченко, Ю. О. Леонова // Инженерные системы и сооружения. - 2025. - № 2 (60). - С. 123–133.
11. Сазонова, С. А. Численная апробация математических моделей мониторинга безопасного функционирования систем газоснабжения / С. А. Сазонова, С. Д. Николенко, В.

Я. Манохин [и др.] // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. - 2016. - № 1 (35). - С. 255–264.

12. Михневич, И. В. Использование заполнителей в быстровозводимых сооружениях на основе пневмоопалубки / И. В. Михневич, С. Д. Николенко, Д. А. Казаков // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. - 2015. - № 3 (39). - С. 39–45.

### List of references

1. Titov, P. A., Nikolenko, S. D., Sazonova, S. A., et al. (2021). Analysis of the quality of design documentation for the construction of a multi-storey residential building. *Modeling of Systems and Processes*, 14(3), 73–81.
2. SP 131.13330.2020. Building climatology. Updated edition of SNiP 23-01-99 (with Amendments No. 1, 2, 3). Code of Practice. Official publication. Approved by Order of the Ministry of Construction of the Russian Federation No. 912/PR of December 29, 2020. Effective from June 4, 2021. Developed by JSC “Central Research and Design Institute for Industrial Buildings and Structures” (JSC “CNIIIPromzdaniy”). Moscow: Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation, 2020. 176 p.
3. GOST 31360–2023. Concrete and reinforced concrete products for construction. Test methods for frost resistance. Effective from July 1, 2024. Moscow: Standartinform, 2023. 24 p.
4. SP 50.13330.2022. Thermal protection of buildings. Updated edition of SNiP 23-02-2003 (with Amendment No. 1). Code of Practice. Official publication. Approved by Order of the Ministry of Construction of the Russian Federation No. 997/PR of November 22, 2022. Effective from June 1, 2023. Developed by JSC “NIIMosstroy”. Moscow: Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation, 2022. 144 p.
5. SP 48.13330.2023. Organization of construction works. Updated edition of SNiP 12-01-2004. Code of Practice. Official publication. Approved by Order of the Ministry of Construction of the Russian Federation No. 1219/PR of December 28, 2023. Effective from July 1, 2024. Developed by JSC “Research Institute of Construction - NIISOSP n.a. N. M. Gersevanov”. Moscow: Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation, 2023. 176 p.
6. SP 45.13330.2023. Earthworks, foundations and substructures. Updated edition of SNiP 3.02.01-87 (with Amendments No. 1, 2). Code of Practice. Official publication. Approved by Order of the Ministry of Construction of the Russian Federation No. 1221/PR of December 28, 2023. Effective from July 1, 2024. Developed by JSC “Research Institute of Construction - NIISOSP n.a. N. M. Gersevanov”. Moscow: Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation, 2023. 312 p.
7. Federal Law No. 384-FZ of December 30, 2009 Technical Regulation on the Safety of Buildings and Structures (as amended by Federal Laws No. 310-FZ of July 2, 2021; No. 267-FZ of July 24, 2022; No. 305-FZ of July 14, 2023; No. 410-FZ of August 8, 2024, etc.) [Electronic resource]. Collection of Legislation of the Russian Federation, 2010, No. 2, Art. 231.
8. GOST 379–2015. Ceramic wall bricks, stones and blocks. General specifications. Effective from July 1, 2016. Moscow: Standartinform, 2015. 32 p.
9. Nikolenko, S. D., & Sazonova, S. A. (2017). Automation of calculations based on an integrated mathematical model of human evacuation time during a fire. *Modeling of Systems and Processes*, 10(1), 43–49.
10. Nikolenko, S. D., Tkachenko, A. N., & Leonova, Yu. O. (2025). Fire safety spatial and structural solutions and materials for high-rise buildings. *Engineering Systems and Structures*, 2(60), 123–133.

11. Sazonova, S. A., Nikolenko, S. D., Manokhin, V. Ya., et al. (2016). Numerical validation of mathematical models for monitoring the safe operation of gas supply systems. Proceedings of Kazan State University of Architecture and Engineering, 1(35), 255–264.

12. Mikhnevich, I. V., Nikolenko, S. D., & Kazakov, D. A. (2015). Use of aggregates in rapidly erected structures based on pneumatic formwork. Scientific Bulletin of Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture, 3(39), 39–45.

УДК 725.32:69-057.5

## РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ КОМПЛЕКСА ШКОЛА-ДЕТСКИЙ САД

С. Д. Николенко, Т. А. Татаринова

---

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

**Татаринова Татьяна Александровна**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. змКНС-231, E-mail: tantyanatatarinova1@gmail.com

---

**Аннотация:** внесение изменений в проектную документацию на стадии строительства является не единичным случаем, а системной особенностью современного строительного процесса, особенно в сфере создания социальной инфраструктуры, такой как школы и детские сады. Корень этой проблемы лежит не в случайных ошибках на стройплощадке, а в фундаментальных недостатках на предшествующих этапах - в разработке самого проекта и организации контроля за его реализацией. Многие критические дефекты являются следствием некачественного или неполноценного первоначального проектирования, которые становятся очевидными только тогда, когда теоретические чертежи переводятся в реальную строительную практику. Этот факт трансформирует техническую проблему в серьезный экономический и социальный риск, поскольку устранение ошибок, обнаруженных на стройплощадке, обходится в десять раз дороже, чем их своевременное выявление и исправление на стадии проектирования.

**Ключевые слова:** типовая проектная документация, строительство социальных объектов, строительный контроль, законодательство.

## THE RESULTS OF THE ANALYSIS OF THE PROJECT DOCUMENTATION OF THE SCHOOL-KINDERGARTEN COMPLEX

S. D. Nikolenko, T. A. Tatarinova

---

**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

**Tatarinova Tatiana Alexandrovna**, Voronezh State Technical University, Master's student gr. zmKNS-231, E-mail: tantyanatatarinova1@gmail.com

---

**Abstract:** making changes to the design documentation during the construction phase is not an isolated incident, but rather a systemic feature of the modern construction process, particularly in the creation of social infrastructure such as schools and kindergartens. The root of this problem lies not in random errors on the construction site, but rather in fundamental flaws in the previous stages of the project development and implementation. Many critical defects are the result of poor-quality or incomplete initial design, which only become apparent when the theoretical drawings are translated into actual construction practices. This fact transforms a technical problem into a serious economic and social risk,

as fixing errors discovered on the construction site is ten times more expensive than identifying and correcting them at the design stage.

**Keywords:** standard project documentation, construction of social facilities, construction supervision and legislation.

Качество строительства во многом зависит от качества проектной документации [1,2]. В работе рассмотрены основные варианты проектной документации школы-детсада, сформированные в процессе производства работ на объекте, улучшающие технические характеристики объекта, а также направленные на исправление ошибок проектной документации.

Основные изменения проектной документации, внесенные в рабочую документацию в процессе производства работ на объекте капитального строительства, можно классифицировать на следующие группы:

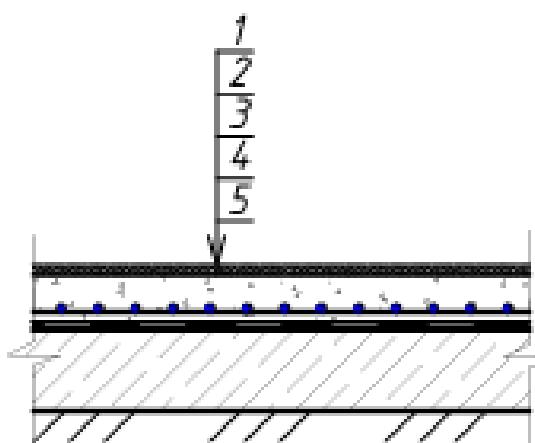
- изменение характеристик применяемых материалов, оборудования, конструкций на улучшенные без изменения сметной стоимости строительства;
- изменение характеристик применяемых материалов, оборудования, конструкций на улучшенные с увеличением сметной стоимости строительства;
- замена материалов, оборудования на аналоги в связи с невозможностью производства на заводах изготовителях, санкционной политики, долгими сроками поставки, изменениями законодательства;
- упущения, несоответствия, ошибки в проектной документации.

Рассмотрим изменения из каждой группы на конкретных примерах.

1. Изменение характеристик применяемых материалов, оборудования, конструкций на улучшенные без изменения сметной стоимости строительства.

Согласно проектной документации 13-10/20-АР1, л.21 (рис. 1) полы спортивного зала  $S=541,08 \text{ м}^2$  имеют следующие элементы:

1. линолеум спортивный гетерогенный «ТАРКЕТ OMNISPORTS SPEED» (толщина 3,45 мм, толщина защитного слоя 0,65м, пожарная безопасность Г1, В2, РП1, Д2, Т2);
2. стяжка из цементно-песчаного раствора М150, армированная сеткой 5Вр1 100x100 - 75 мм;
3. подстилающий слой - Бетон В22,5 - 80 мм;
4. уплотненный щебнем грунт, пролитый горячим битумом;
5. ж/б плита перекрытия - 220 мм.



**Рис. 1. Схема пола**

Для лучшей гидроизоляции пола была предложена замена уплотненного щебнем грунта, пролитого битумом, на уплотненный щебнем грунт и устройство слоя из полиэтиленовой пленки, также увеличение подстилающего слоя с 80 мм до 100 мм, с уменьшением толщины стяжки из цементно-песчаного раствора М150 с 75 мм до 55 мм, а также добавлением армирования сеткой 5Вр1 100x100 подстилающего слоя во избежание разрушения в связи с увеличением его толщины, а также с большими динамическими нагрузками на полы спортивного зала и от спортивного оборудования при дальнейшей его эксплуатации.

2. Изменение характеристик применяемых материалов, оборудования, конструкций на улучшенные с увеличением сметной стоимости строительства.

В проектно-сметной документации 13-10/20-ГП под устройство спортивных площадок и беговых дорожек предусмотрено щебеноочное песчаное основание, что не соответствует техническим требованиям, так как заложенной проектом толщины резинового покрытия в 15 мм недостаточно для укладки на сыпучее основание из-за небольшого удельного веса покрытия. Укладка на такое основание повлекла бы за собой образование воздушных карманов, разрывов покрытия, механических повреждений при физическом воздействии при дальнейшей эксплуатации покрытий. В связи с вышесказанным было согласовано устройство основания под устройство спортивных площадок и беговых дорожек с устройством асфальтобетонного твердого покрытия, согласно рисунку 2, с увеличением сметной стоимости строительства.

#### Тип IV Конструкция спортивных площадок и беговых дорожек

Покрытие (резиновая крошка фракции 2-3 мм, полиуретановый клей, пигмент неорганический железоокисный красный для окрашивания резиновой крошки, пигмент неорганический железоокисный синий для окрашивания резиновой крошки, скрипидар)  $h=0,15$  м  
Асфальтобетон мелкозернистый горячий плотный тип Б  $h=0,05$  м  
Щебень известняковый, фр.5-10 мм ГОСТ 8267-93  $h=0,15$  м  
Песок ГОСТ 8736-2014  $h=0,15$  м  
Утрамбованный грунт

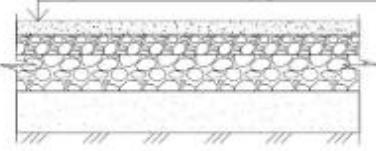
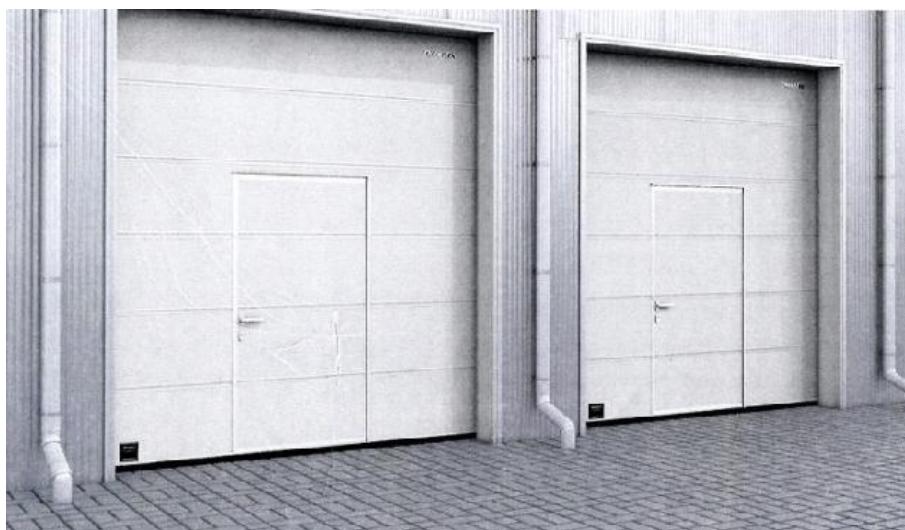


Рис. 2. Конструкция спортивных площадок и беговых дорожек

В проектной документации 13-10/20-АР3 в гараже предусмотрена установка ворот распашных металлических с калиткой 3660x3600(h) мм [3]. Согласно практическому применению подобного вида гаражных ворот, а также проанализировав рекомендации монтажной организации, пришли к выводу, что данная конструкция имеет большую «парусность». При таких размерах полотна в 3,66 м x 3,6 м при резких порывах ветра, учитывая, что ворота не снабжены приводами открывания/закрывания (доводчиками), возможно нанесение физических травм сотрудникам, а также нанесение повреждений автотехнике при заезде и выезде из гаража. В связи с вышесказанным был согласован вариант установки ворот промышленных секционных из сэндвич-панелей с калиткой (ISD01) для проема шириной 3660 мм, высотой 3600 мм, фирмы DoorHan (рис. 3). Это исключило неконтролируемое открывание/закрывание створок ворот гаража от порывов ветра и привело к увеличению цены конструкции ворот в 2 раза.



**Рис. 3. Конструкция ворот**

3. Замена материалов, оборудования на аналоги в связи с невозможностью производства на заводах изготовителях, санкционной политики, долгими сроками поставки, изменениями законодательства.

В связи с изменение законодательства и введением в действие новых санитарных правил и норм [4], а также внесения изменений в свод правил [5] во время производства работ на объекте капитального строительства, а также с целью улучшения характеристик светильников, вместо люминесцентных светильников, заложенных в проектной документации, были приняты светодиодные светильники, которые имеют ряд преимуществ, а именно: энергоэффективность до 5 раз выше, чем у люминесцентных; высокая однородность освещения; выше полезный срок службы; отсутствует потребность в помещении для хранения люминесцентных ламп; отсутствует проблема в утилизации (в отличии от люминесцентных ртутьсодержащих ламп, требующих утилизации на специальных полигонах). В связи с вышеизложенным была согласована замена светильников с люминесцентными лампами на светодиодные светильники с увеличением сметной стоимости строительства.

4. Упущения, несоответствия, ошибки в проектной документации.

Согласно проекта, трасса газопровода для комплекса школа-детсад проходит по территории выделенного земельного участка и попадает в зону строительства объекта, в связи с чем потребовалась корректировка утвержденных проектных решений с внесением следующих изменений в рабочую документацию:

- изменена трасса прохождения наружных сетей связи, водоснабжения и водоотведения;
- при прокладке газопровода учтены стесненные условия и соблюдены проектные привязки местоположения сооружений в границах земельного участка, а именно блока раздевалок на стадионе и емкости для сбора дождевых стоков, в связи с чем удалось избежать корректировки вышеуказанных сооружений, из-за несоблюдения нормативного расстояния до фундаментов зданий и сооружений;
- перенесено ограждение в районе строительства здания раздевалок с учетом прокладки газопровода.

В рамках данной работы были рассмотрены и другие изменения, относящиеся к вышеуказанным группам. Основной причиной корректировок проектной документации являются выявленные ошибки и недоработки на стадии проектирования, которые становятся очевидными только в процессе строительства [6]. Это свидетельствует о недостаточной проработке исходных данных, слабом взаимодействии между заказчиком, проектировщиком

и эксплуатирующими организациями, а также о пробелах в проведении внутренней проверки проектных решений.

В качестве временных сооружений на строительной площадке могут использоваться быстровозводимые сооружения на основе пневмоопалубки [7,8].

В заключение, можно констатировать, что проблема внесения изменений в проектную документацию в процессе строительства является системной. Она связана с дефектами проектирования, а также с организационными сбоями. Последствия этого явления носят комплексный характер: экономические (перерасход бюджета, задержки сдачи), социальные, и, что самое главное, риски для безопасности и здоровья пользователей. Для решения этой проблемы необходимы комплексные реформы, включающие повышение требований к качеству проектирования и компетентности всех участников строительного процесса, а также внедрение современных технологий управления проектами. Только системный подход позволит перейти от модели, в которой ошибки исправляются на стройплощадке, к модели, в которой качество и безопасность заложены в проект с самого начала.

### Список литературы

1. Иванова, Л. С. Анализ причин отклонений от проектных решений при строительстве объектов социальной инфраструктуры / Вестник гражданских инженеров. - 2023. - № 4 (81). - С. 45-52.
2. Титов, П. А. Анализ качества проектной документации по возведению многоквартирного жилого дома / П.А. Титов, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, А.А.Осипов, Н.В. Акамсина // Моделирование систем и процессов. - 2021.- С. 73-81.
3. ГОСТ 31174–2017. Ворота металлические. Общие технические условия [Текст]: дата введения 2018-07-01 / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. - Введ. 2018-81-07. - М.: Стандартинформ, 2017. IV, 21 с.
4. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Текст]: утв. 28.01.2021: введ. 01.03.2021 / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. - 2021. - 379 с.
5. СП 52.13330.2016 Свод правил Естественное и искусственное освещение [Текст]: актуализированная редакция СНиП 23-05.95\*: утв. приказом Минстроя России от 07.11.2016 № 777/пр: введ. 2017-06-08. - М.: Стандартинформ, 2017. - 118 с..
6. Козлов, В. Н. Организация строительного контроля и авторского надзора: учебное пособие / В. Н. Козлов, А. В. Смирнов. - 2022. – С. 256.
7. Михневич, И. В. Сравнительное исследование характеристик материалов, применяемых в быстровозводимых сооружениях / И. В. Михневич, С. Д. Николенко, А. В. Черемисин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2016. - № 1 (41). - С. 48-55.
8. Михневич, И. В. Использование заполнителей в быстровозводимых сооружениях на основе пневмоопалубки / И. В. Михневич, С. Д. Николенко, Д. А. Казаков // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2015. - № 3 (39). - С. 39-45.

### List of references

1. Ivanova, L. S. Analysis of the causes of deviations from design decisions in the construction of social infrastructure facilities / Bulletin of Civil Engineers. -2023. - № 4 (81). - Pp. 45-52.

2. Titov, P. A. Quality analysis of project documentation for the construction of an apartment building / P.A. Titov, S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, A.A.Osipov, N.V. Akamsina // Modeling of systems and processes. - 2021.- pp. 73-81.
3. GOST 31174-2017. The gate is metal. General technical conditions [Text]: date of introduction 2018-07-01 / Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification. - Introduction. 2018-81-07. Moscow: Standartinform, 2017. IV, 21 p.
4. SanPiN 1.2.3685-21 Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans [Text]: approved on January 28, 2021: introduction. 03/01/2021 / Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare. - 2021. - 379 p.
5. SP 52.13330.2016 Code of Rules Natural and artificial lighting [Text]: updated edition of SNiP 23-05.95\*: approved by Order of the Ministry of Construction of Russia dated 07.11.2016 No. 777/pr: introduction. 2017-06-08. Moscow: Standartinform, 2017. 118 p.
6. Kozlov, V. N. Organization of construction control and author's supervision: a textbook / V. N. Kozlov, A. V. Smirnov. - 2022. – P. 256.
7. Mikhnevich, I. V. Comparative study of the characteristics of materials used in prefabricated structures / I. V. Mikhnevich, S. D. Nikolenko, A.V. Cheremisin // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. - 2016. - № 1 (41). - Pp. 48-55.
8. Mikhnevich, I. V. The use of aggregates in prefabricated structures based on pneumatic formwork / I. V. Mikhnevich, S. D. Nikolenko, D. A. Kazakov // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. - 2015. - № 3 (39). - Pp. 39-45.

УДК 69.003.13

## ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НАДЕЖНОСТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ КАК ВЕРОЯТНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ УСТАНОВЛЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЕКТА

А. А. Руденко, П. Ю. Порошин

**Руденко Александр Алексеевич**, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры организации строительства, E-mail: rudenko.a.a@lan.spbga.ru

**Порошин Павел Юрьевич**, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, магистрант гр.2-СДОСМ-2, E-mail: pp37@mail.ru

---

**Аннотация:** данная статья посвящена рассмотрению понятия организационно-технологической надежности как одного из важнейших факторов реализации строительных проектов. Кратко даны базовые понятия об организационно-технологической надежности (далее ОТН) в строительстве, выделена роль ОТН как вероятность того, что проект будет успешно завершен в соответствии с основными установленными показателями строительного проекта, при заданных условиях и ограничениях. Показана связь ОТН с такими показателями проекта, как исполнение бюджета и сроков, качество и безопасность. Обозначена особая важность первых двух, как показателей, наиболее полно отражающих эффективность реализации проекта, приведен пример (один из существующих вариантов) расчета показателей коэффициента ОТН по срокам и стоимости. Сделаны выводы о возможности использования уровня ОТН как интегрального показателя, определяющего вероятность выполнения показателей проекта, предложены цели дальнейшего направления исследования.

**Ключевые слова:** организационно-технологическая надежность, строительство, вероятность выполнения показателей, качество, сроки строительства, бюджет строительства.

## ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL RELIABILITY IN CONSTRUCTION AS THE PROBABILITY OF FULFILLING THE ESTABLISHED PROJECT INDICATORS

A. A.Rudenko, P. Y. Poroshin

**Rudenko Aleksandr Alekseevich**, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Doctor of Economics, Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Construction Organization, E-mail: rudenko.a.a@lan.spbga.ru

**Poroshin Pavel Yuryevich**, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Master's student gr. 2-SDOSM-2, E-mail: pp37@mail.ru

---

**Abstract:** this article examines the concept of organizational and technological reliability as a critical factor in the implementation of construction projects. It briefly introduces the basic concepts of organizational and technological reliability in construction, highlighting the role of organizational and technological reliability as the probability that a project will be successfully completed in accordance with the main established construction project indicators, under the given conditions and constraints. The relationship between

organizational and technological reliability and project indicators such as budget and schedule performance, quality, and safety is demonstrated. The particular importance of the first two indicators, as the ones that most fully reflect the effectiveness of project implementation, is emphasized, and an example (one of the existing options) for calculating the organizational and technological reliability coefficient indicators based on schedule and cost is provided. Conclusions are drawn regarding the feasibility of using the organizational and technological reliability level as an integral indicator determining the probability of achieving project indicators, and goals for further research are proposed.

**Key words:** organizational and technological reliability, construction, probability of achieving indicators, quality, construction deadlines, construction budget.

Традиционно надежность в строительстве ассоциируется с физической прочностью и долговечностью возводимых конструкций. Однако, в современном понимании, организационно-технологическая надежность охватывает более широкий спектр аспектов, включая эффективность управления, качество применяемых технологий, уровень квалификации персонала, а также способность адаптироваться к изменяющимся условиям.

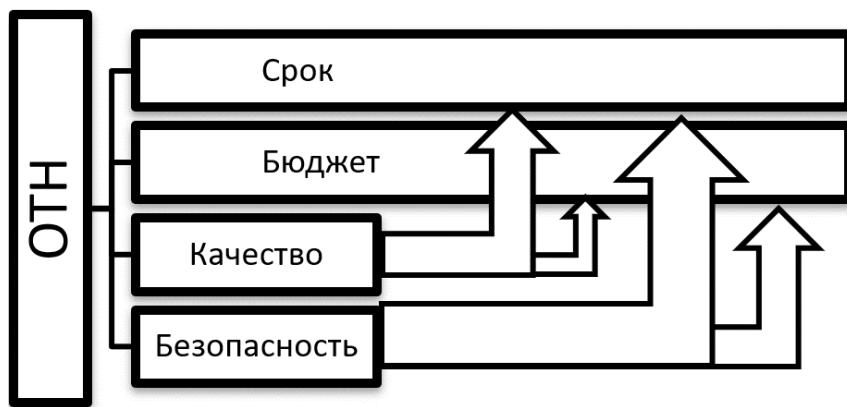
Во многих работах отмечается, что строительный процесс всегда носит вероятностный характер, т. к. на ход работ все время воздействуют различные случайные факторы, имеющие многообразную природу и различные последствия.

Впервые в отечественной науке такая область исследований, как исследование организационно-технологической надежности (ОТН) строительного производства, была выделена Гусаковым А.А. в его работе «Организационно-технологическая надежность строительства», изданной впервые в 1974 году, и далее переизданной в 1994-м. В данном издании автор указывает на основной недостаток существующих ранее разработок в области технологичности - детерминированный подход, не учитывающий вероятностных характер производств, что для строительного производства является весьма существенным. Проводится исследование и разработка методов проектирования строительного производства с учетом организационно-технологической надежности.

Согласно определению, приведенному в данной работе, под организационно-технологической надежностью понимается способность организационных, технологических и управленческих решений сохранять в заданных пределах свои запроектированные качества в условиях воздействия возмущающих факторов, присущих строительству как сложной вероятностной системе [1].

В трудах отечественных ученых, посвященных изучению организационно-технологической надежности, надежность в строительстве рассматривается с различных точек зрения. При этом преобладающей позицией является именно рассмотрение ОТН как вероятность того, что заданные показатели проекта будут выполнены [2]. Выделяются здесь две ключевые вероятности – соблюдения сроков и выполнения бюджета строительного проекта. Если дать более широкое определение ОТН, можно определить ее как вероятность того, что проект будет успешно завершен в соответствии с установленными показателями, такими как сроки, бюджет, качество и безопасность, при заданных условиях и ограничениях. Такой подход позволяет более реалистично оценить эффективность реализации строительного проекта. [3-5].

В общем виде схема влияния организационно-технологической надежности на показатели проекта приведена на рисунке 1. Важно отметить, что ключевыми показателями всегда остаются соблюдение стоимости и сроков строительства, а такие показатели, как качество и безопасность, хоть и выделяются, но, в конечном итоге, являются составными элементами сроков и стоимости.



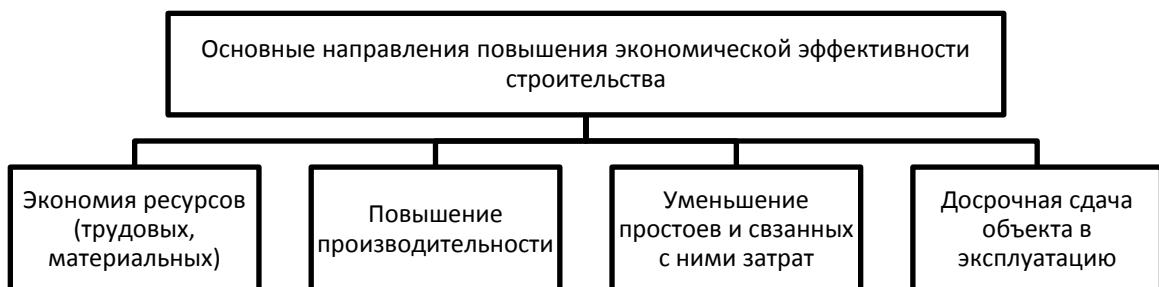
**Рис. 1. Схема влияния организационно-технологической надежности на показатели строительного проекта**

**Сроки выполнения:** высокая организационно-технологическая надежность базируется на четкой организации процессов планирования, координации и контроля, что минимизирует вероятность задержек, связанных с неэффективным управлением ресурсами, проблемами с поставками или низким качеством работ. Надежность важна на всех уровнях – от стратегического планирования и своевременного и полного финансирования проекта, до уровня непосредственных исполнителей работ.

На этом уровне мы также можем оценить надежность бригады, или субподрядной организации, выполнив декомпозицию организации или бригады до минимального делимого уровня и оценив ОТН по этим составляющим. Например, обеспеченность объекта необходимой строительной техникой, ее состоянием, износом, уровнем квалификации рабочих и ИТР, качество обеспечения ресурсами в период строительства и т.п. [6].

С появлением в 2019 году нормы об обязательном использовании экскроу-счетов в долевом строительстве, важность соблюдения срока сдачи ОКС резко возросла, и заставила участников строительного проекта повышать надежность соблюдения составленных планов.

**Бюджет проекта:** отклонение от запланированного бюджета строительства – одна из ключевых проблем строительной отрасли. Выделяют несколько основных направлений, в которых строительные компании ведут работу по повышению экономической эффективности (рис. 2).



**Рис. 2. Основные направления повышения экономической эффективности строительства**

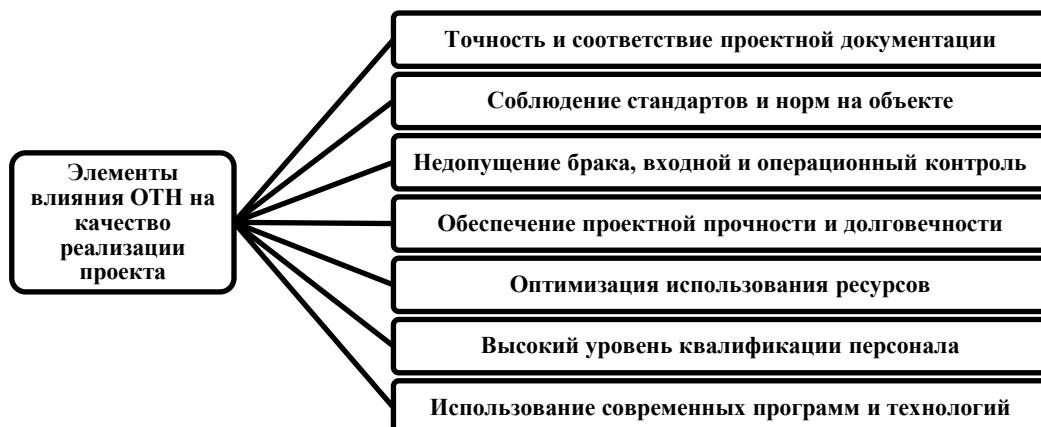
В каждом из приведенных направлений роль ОТН является ключевой [7].

Важно отметить, что единой принятой методики расчета уровня организационно-технологической надежности на данный момент не существует. Нет и единого списка критериев, на основе которого можно было бы сформировать интегральный показатель ОТН.

В отношении стоимости и сроков проекта принято использовать коэффициенты – так называемые «коэффициенты организационно-технологической надежности», соответственно, по срокам реализации проекта и по стоимости реализации проекта. В общем виде они представляют собой отношение определенных по проекту (плану) сроков и стоимости к фактическим, или плановых к плановым плюс дельта, сформированная за счет событий-отклонений и вероятности риска их возникновения.

При этом единые нормативные значения данных коэффициентов также не установлены. Специалисты в области ОТН на основании экспертных оценок, анализа опыта аналогичных объектов формируют рекомендуемый уровень организационно-технологической надежности объектов капитального строительства. В отношении приведенных показателей рекомендуемый уровень ОТН установлен в 90-95% [8]. При этом завышение уровня ОТН объекта капитального строительства, как правило, не целесообразно, так как приводит к несоразмерному увеличению стоимости проекта. Так называемая «избыточная надежность» приводит к существенному удорожанию объекта, усложнению организации строительства.

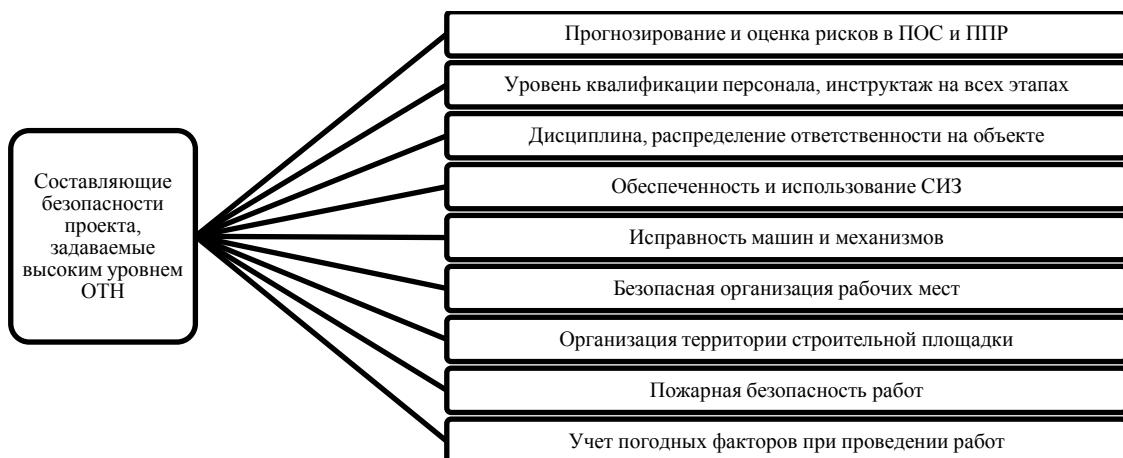
**Качество строительства** напрямую зависит от уровня организационно-технологической надежности, обеспеченной при реализации проекта. Основные элементы влияния на качество, определяемые уровнем ОТН, приведены на рисунке 3.



**Рис. 3. Элементы влияния ОТН на качество реализации проекта**

Ключевой задачей команды становится создание системы обеспечения организационно-технологической надежности на всех этапах жизненного цикла проекта. Инвестиции в повышение надежности на ранних этапах проекта окупаются за счет снижения рисков и сроков на последующих.

**Безопасность строительства** выделена в отдельный раздел при оценке ОТН, так как она определяет ключевую функцию продукта строительного производства – здания или сооружения – обеспечение безопасных условий для проживания или деятельности человека. Сохранение жизни и здоровья человека должны быть одними из приоритетных направлений на всех этапах проекта – от проектирования до эксплуатации. Основные составляющие повышения безопасности проекта, задаваемые высоким уровнем ОТН, приведены на рисунке 4.



**Рис. 4. Составляющие безопасности проекта, задаваемые высоким уровнем ОТН**

На каждом этапе реализации строительного проекта команде проекта необходимо понимать текущий статус выполнения плана работ, риски отклонения и возможности опережения графиков и экономии бюджета. Единственная объективная возможность для этого – выбор и отслеживание определенных параметров проекта, в том числе на основе цифровых технологий, все более активно внедряемых в строительное производство. Уровень организационно-технологической надежности, определяемый как интегральный показатель, отвечает требованиям объективной оценки статуса проекта и может позволить определить вероятность выполнения заданных показателей проекта. При этом, как уже было сказано выше, на данный момент единые, общепринятые критерии для ОТН не определены. С одной стороны, это может создавать трудности в применении единого подхода к оценке результативности, с другой стороны, позволяет использовать набор показателей, наиболее подходящих к данному конкретному проекту.

В любом проекте команда будет контролировать текущее освоение бюджета и уровень выполнения плана работ. Эти ключевые показатели будут определяющими в формировании прогноза реализации проекта. При этом, для более глубокого анализа ситуации и поиска зон развития, необходим анализ ОТН проекта, включающей в себя как количественные, так и качественные показатели. В качестве примера таких показателей можно привести следующие:

- качество проектных решений;
- квалификация персонала на всех уровнях;
- механизированность строительства;
- уровень износа основных механизмов;
- степень обеспеченности ресурсами (по видам);
- эффективность людских ресурсов;
- производительность труда;
- уровень цифровизации;
- соблюдение графика;
- соблюдение бюджета;
- ряд кадровых показателей, такие, как укомплектованность, текучесть и др.;
- эффективность внутренних процедур и другие [9].

Каждый из этих показателей может быть глубоко развернут, оцифрован, определен способ его расчета, определена его значимость в данном конкретном проекте, возможности влияния на него и эффект от улучшения значения.

Таким образом, можно сформулировать задачу дальнейшего исследования данной темы: поиск оптимального алгоритма для формирования перечня показателей, которые

возможно включить в расчет уровня организационно-технологической надежности конкретного строительного проекта, определение веса показателей, объективной шкалы их расчета, способа расчета интегрального показателя уровня ОТН на основе этих показателей и определение оптимального значения ОТН, определенного таким образом.

### Список литературы

1. Гусаков, А. А. Организационно-технологическая надежность строительства / А. А. Гусаков, А. В. Гинзбург, С. А. Веремеенко [и др.]. – Москва : А/О "Внешторгиздат", 1994. – 472 с.
2. Шприц, М. Л. Системно-параметрический подход к оценке организационно-технологической надежности проектов капитального строительства / М. Л. Шприц // Интернет-журнал Науковедение. – 2017. – Т. 9, № 4. – С. 86.
3. Аль-Мсари, А. А. Р. А. Моделирование организационно-технологической надежности комплексной застройки с учетом рисков ресурсообеспечения / А. А. Р. А. Аль-Мсари, А. А. Руденко // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2024. – Т. 21, № 1(95). – С. 120-133.
4. Джавед, С. Оптимизация организационно-производственных структур для повышения эффективности строительных проектов / С. Джавед, А. А. Руденко // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2025. – Т. 27, № 4. – С. 172-188.
5. Руденко, А. А. Обеспечение строительства ресурсами как элемент его организационно-технологической надежности / А. А. Руденко // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2023. – Т. 2, № 1(51). – С. 130-139.
6. Романович, М. А. Повышение организационно-технологической надежности монолитного домостроения на основе моделирования параметров календарного плана: специальность 05.23.08 "Технология и организация строительства": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Романович Марина Александровна. – Санкт-Петербург, 2015. – 194 с.
7. Малахова, В. В. Повышение экономической эффективности строительных процессов путем увеличения организационно-технологической надежности / В. В. Малахова, К. В. Боровиков // Эффективное управление экономикой: проблемы и перспективы : Сборник трудов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Симферополь, 13–14 апреля 2023 года / Научн. ред. В.М. Ячменевой, редколлегия: М.В. Высочина, А.А. Антонова, Р.А. Тимаев. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2023. – С. 124-128.
8. Шприц, М. Л. Оперативная оценка организационно-технологической надежности строительных проектов / М. Л. Шприц // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 4-4(58). – С. 126-128.
9. Королев, М. А. Показатели результативности строительных проектов / М. А. Королев // Экономика строительства. – 2021. – № 1(67). – С. 35-43.

### List of references

1. Gusakov, A. A. Organizational and technological reliability of construction / A. A. Gusakov, A. V. Ginzburg, S. A. Veremeenko [et al.]. - Moscow: JSC "Vneshtorgizdat", 1994. - 472 p.
2. Shpits, M. L. A system-parametric approach to assessing the organizational and technological reliability of capital construction projects / M. L. Shpits // Internet journal Naukovedenie. - 2017. - Vol. 9, No. 4. - P. 86.

3. Al-Msari, A. A. R. A. Modeling the organizational and technological reliability of complex development taking into account resource supply risks / A. A. R. A. Al-Msari, A. A. Rudenko // Bulletin of the Siberian State Automobile and Highway University. – 2024. – Vol. 21, No. 1(95). – P. 120-133.
4. Javed, S. Optimization of organizational and production structures to increase the efficiency of construction projects / S. Javed, A. A. Rudenko // Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering. – 2025. – Vol. 27, No. 4. – P. 172-188.
5. Rudenko, A. A. Provision of construction with resources as an element of its organizational and technological reliability / A. A. Rudenko // Bulletin of V.N. Tatishchev Volzhsky University. – 2023. – Vol. 2, No. 1(51). – P. 130-139.
6. Romanovich, M. A. Increasing the organizational and technological reliability of monolithic housing construction based on modeling the parameters of the schedule: specialty 05.23.08 "Technology and organization of construction": dissertation for the degree of candidate of technical sciences / Romanovich Marina Aleksandrovna. - St. Petersburg, 2015. - 194 p. 7. Malakhova, V. V. Increasing the economic efficiency of construction processes by increasing organizational and technological reliability / V. V. Malakhova, K. V. Borovikov // Effective economic management: problems and prospects: Collection of works of the VIII All-Russian scientific and practical conference, Simferopol, April 13-14, 2023 / Scientific ed. V. M. Yachmeneva, editorial board: M. V. Vysochina, A. A. Antonova, R. A. Timaev. – Simferopol: Limited Liability Company "Arial Publishing House Printing House", 2023. – P. 124-128.
8. Shprits, M. L. Operational assessment of organizational and technological reliability of construction projects / M. L. Shprits // International research journal. – 2017. – No. 4-4(58). – P. 126-128.
9. Korolev, M. A. Performance indicators of construction projects / M. A. Korolev // Construction Economics. - 2021. - No. 1 (67). - P. 35-43.

УДК 658.5: 624

## ХАРАКТЕРНЫЕ ДЕФЕКТЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ, ИЗГОТОВЛЕНИИ И ВОЗВЕДЕНИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ОБЪЕКТА

Ю. Д. Сергеев, Д. Н. Баранова, А. Ю. Сергеева, М. А. Рыжкова

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

**Баранова Дарья Николаевна**, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бТВ-221, E-mail: dariabaranova0520@gmail.com

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

**Рыжкова Мария Анатольевна**, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бТВ-221, E-mail: m.ryzhkova5@mail.ru

**Аннотация:** возведение архитектурного объекта - это полномасштабный порядок действий, включающий в себя поэтапное выполнение фаз строительства. Это проектирование, строительство и в дальнейшем - эксплуатация объекта. Разрабатывая каждую фазу, вполне возможно допустить неточности и ошибки, которые могут привести к возникновению дефектов, действующие на надежность, износостойкость, долговечность и даже на функциональное назначение стройобъекта. Чтобы повысить надежность и качество технико-строительных работ необходимо знать, каким образом данные дефекты возникают и что необходимо предпринять для их предотвращения. Следует иметь в виду, что для гарантии качества строительства и предотвращения просчетов обязателен всесторонний контроль на каждом этапе работ. При безошибочном выполнении всех общестроительных работ представляется возможным избежать технических ошибок и уменьшить риск разрушения строительной конструкции. Использование информационной модели здания позволяет уменьшить дефекты и ошибки на каждом этапе строительства. Целостный подход к строительству позволяет минимизировать риски и обеспечить создание безопасных и долговечных зданий и сооружений.

**Ключевые слова:** строительно-техническая экспертиза, деформация, надежность, риски, материалы, дефекты.

## CHARACTERISTIC DEFECTS THAT OCCUR DURING THE DESIGN, MANUFACTURE AND CONSTRUCTION OF A CONSTRUCTION SITE

Yu. D. Sergeev, D. N. Baranova, A. Yu. Sergeeva, M. A. Ryzhkova

**Sergeyev Yury Dmitrievich**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, Construction Organization, Expertise, and Real Estate Management, E-mail: stroiekspertiza@yandex.ru

**Baranova Darya Nikolaevna**, Voronezh State Technical University, student gr. бТВ-221, E-mail: dariabaranova0520@gmail.com

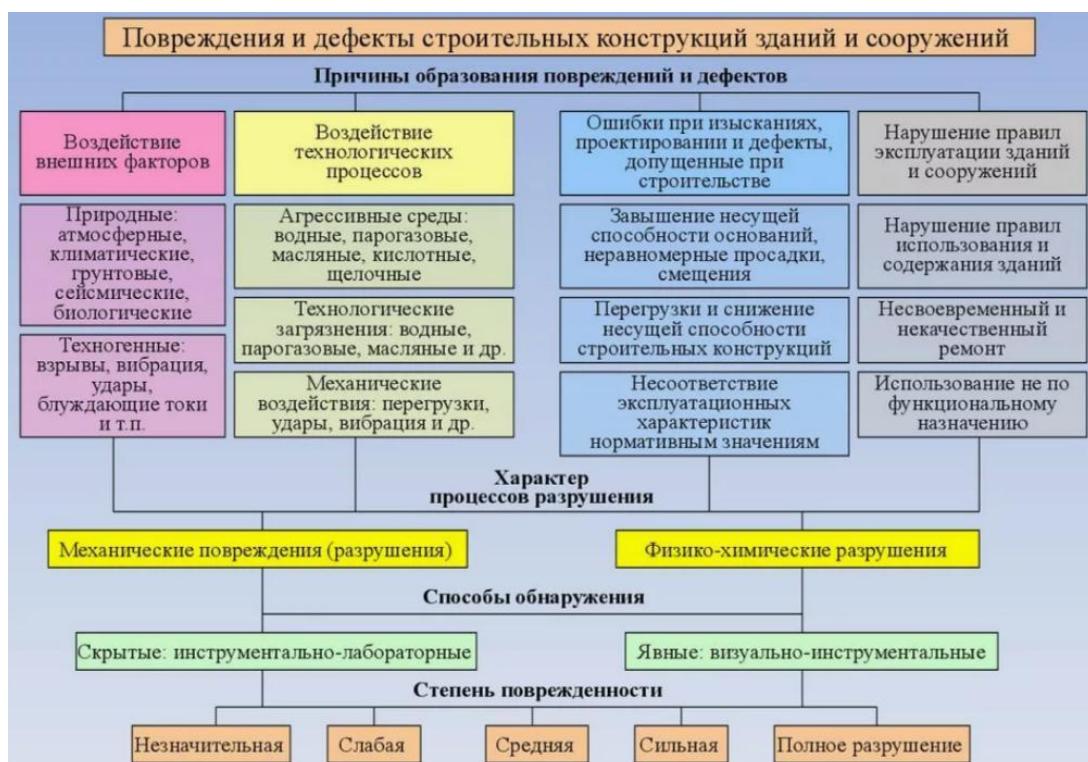
**Sergeyeva Alla Yurievna**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, Construction Organization, Expertise, and Real Estate Management, E-mail: 933947@mail.ru

**Ryzhkova Maria Anatolyevna**, Voronezh State Technical University, student gr. bTV-221, E-mail: m.ryzhkova5@mail.ru

**Annotation:** the construction of an architectural object is a full-scale procedure that includes the phased completion of construction phases. This is the design, construction and further operation of the facility. By developing each phase, it is quite possible to make inaccuracies and errors that can lead to defects affecting reliability, durability, durability, and even the functional purpose of the construction site. To improve the reliability and quality of technical and construction work, it is necessary to know how these defects occur and what needs to be done to prevent them. It should be borne in mind that comprehensive control at each stage of the work is required to ensure the quality of construction and prevent miscalculations. With the faultless execution of all general construction work, it is possible to avoid technical errors and reduce the risk of destruction of the building structure. The use of the building information model makes it possible to reduce defects and errors at each stage of construction. A holistic approach to construction minimizes risks and ensures the creation of safe and durable buildings and structures.

**Key words:** construction and technical expertise, load-bearing building structures, deformation, reliability, non-destructive testing.

Эксплуатация объектов капитального строительства сопряжена с потенциальным риском возникновения аварийных ситуаций, которые могут повлечь за собой существенные финансовые издержки и, к сожалению, человеческие жертвы [1, 2]. Чтобы избежать этих печальных последствий, крайне важны регулярные осмотры и своевременное обнаружение дефектов (рис. 1).



**Рис. 1. Систематизация вероятных дефектов**

Погрешности и неудовлетворительные расчеты, сделанные проектировщиком на сжатие и растяжение, могут стать причиной деградации строительной конструкции и возможному ее обрушению (рис. 2).



**Рис. 2. Демонстрация проекта, содержащего ошибки**

Ошибки в архитектурном проектировании:

- неправильное распределение помещений может привести к недостаточной естественной освещенности или плохой вентиляции;
- неправильный выбор материалов;
- использование материалов, не подходящих для климатических условий (например, использование древесины в условиях высокой влажности без соответствующей обработки);
- игнорирование местных условий;
- строительство в сейсмоактивной зоне без учета сейсмических нагрузок т.д. (рис. 3).



**Рис. 3. Пример разработанного проекта с ошибками**

Следующим шагом является производство стройматериалов и компонентов. Здесь тоже возможны дефекты, связанные с недостаточным качеством сырья или технологическими недоработками в процессе изготовления [5]. Например, применение бетона или стали низкого качества может негативно сказаться на устойчивости конструкции. Помимо этого, недостаточный контроль качества в заводских условиях может стать причиной попадания дефектных изделий на стройплощадку, что в будущем отразится на надежности всего возводимого объекта [6, 7].

Ошибки при изготовлении строительных материалов:

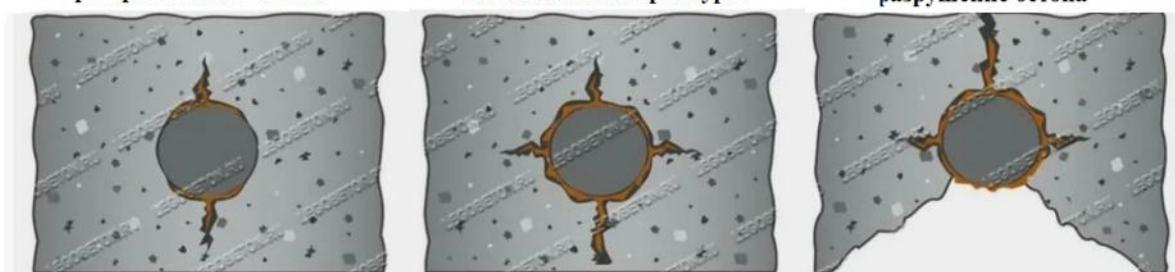
- Арматура ненадлежащего качества. Применение арматуры с ухудшенными механическими характеристиками или подверженной коррозии. Коррозийные процессы в арматуре приводят к ослаблению прочности бетона (рис. 4).



Образующаяся ржавчина имеет в 4 раза больший объем, что вызывает растрескивание бетона

Появление микротрещин ведет к ускорению процесса коррозии металлической арматуры

На последней стадии происходит выход трещин на поверхность и разрушение бетона



**Рис. 4. Пример применение арматуры подверженной коррозии**

➤ Неполадки с деревянными элементами. Причины: Разложение, повреждение вредителями, неподобающая обработка. Примеры дефектов: Уменьшение прочности, деформация.

➤ Дефекты в бетоне. Неверные пропорции составляющих, недостаточная степень уплотнения, применение загрязненной воды. Примеры дефектов: Возникновение трещин (рис. 5).



**Рис 5. Последствия ошибок при изготовлении строительных материалов**

Последняя стадия строительства – это само возведение зданий и различных конструкций. Данный этап является не менее важным среди других процессов, ведь использование неправильных методик строительства может привести к обрушениям или же несоответствию параметров микроклимата, что приведет к большим затратам компании [8,

9]. К примеру, можно привести рабочих, которые при строительстве не соблюдали строительные правила при постройке жилого здания, вследствие чего уже на начальном этапе строительства выяснилось, что фундамент не выдержит физических нагрузок и разрушится.

Наиболее критичные ошибки, которые следует избегать:

1. Любой застройщик хочет так или иначе сэкономить на строительстве зданий или сооружений, но не следует забывать, что не стоит экономить на самих материалах, потому что может оказаться, что тот или иной материал не соответствует расчетному при проектировании.

2. Следующим и не менее важным обстоятельством хотелось бы отметить не соблюдение сроков строительства. Причины могут быть различны, но как пример можно выделить недостаток рабочей силы или исправление предыдущих ошибок при возведении объекта. Все это в последствии может привести к снижению качества строительной конструкции, или ее замене, что, следовательно, приведет к увеличению затрат на строительство.

3. Последним хотелось бы выделить нарушение технологии при строительстве. Игнорирование строительных норм и правил впоследствии может привести к неравномерной усадке и, как итог, появлению трещин в стенах (рис. 6).



	<p>Наискосок. А здесь строители не мудрствуя лукаво выложили стену по наклонной линии. Качество работы не выдерживает никакой критики. Зато горе-каменщикам не пришлось уступами подводить стену под наклонные стропила скатной крыши. Но при этом была создана аварийная ситуация: наклонный участок может в любой момент вывалиться</p>
	<p>Стеновая «шрапнель». Эта стена — жертва недобросовестных производителей. Вот что происходит с кирпичом, в состав которого входит избыточное количество извести. В сырую погоду произошёл «отстрел» извести. Процесс растянут во времени и неизвестно, когда закончится. Прекратить «стрельбу» можно за счёт отделки. Но не стоит забывать, что оштукатуривание — процесс «мокрый»</p>
	<p>Стена в ине. Промерзание стен этого респектабельного особняка произошло по двум причинам: из-за недостаточной толщины и неправильного сочетания пустотелого и облицовочного кирпича. Если проблема в скором времени не будет устранена, то дому грозят большие неприятности: разрушение облицовки, сырость, плесень, дискомфорт, потери тепла</p>

**Рис. 6. Ошибки при выполнении укладки кирпича**

Для гарантии качества строительства и предотвращения просчетов обязателен всесторонний контроль на завершении каждого этапа работ. Как можно заметить, строительство - это не только разработка чертежей, по которым можно построить любое здание, на это необходимо получить разрешения, провести ряд расчетов, чтобы можно было начать стройку и получить из нее выгоду [10, 11]. При правильном выполнении всех работ можно избежать технических ошибок и уменьшить риск разрушения строительной конструкции. Использование информационной модели здания позволяет уменьшить дефекты и ошибки на каждом этапе строительства. Также обязательным этапом является контроль качества строительной конструкции. Использование правильной технологии производства,

обучение персонала, регулярные проверки позволяют минимизировать риски при строительстве, а также избежать проблем с безопасностью. Строительно-техническая экспертиза является важным инструментом для достижения этой цели.

### Список литературы

1. 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.
2. Мясищев, Ю. В. Разработка модели мониторинга промышленной и экологической безопасности по объективной оценке состояния нагрузок и несущей способности конструкций / Ю. В. Мясищев, А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Р. Ю. Мясищев // Строительство и недвижимость. - Воронеж, 2018. - №1-1 (2). - С. 63-67.
3. 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.
4. Сергеева, А. Ю. Оценка близости системы к кризисному состоянию / А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, С. Е. Крупенко // Научно-практический журнал Экономика и менеджмент систем управления. - 2014. - №2.1 (12). - С. 215-218.
5. 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. - Воронеж, 2018. - №1-1 (2). - С. 67-74.
6. 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.
7. 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.
8. 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. - Воронеж, 2020. - №2 (6). - С. 124-129.
9. 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 - Воронеж, 2012. - №1. - С. 92-97.
10. Мясищев, Ю. В. Прогнозирование строительного производства в системе стратегического планирования / Ю. В. Мясищев, Р. Ю. Мясищев, 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.
11. Сергеева, А. Ю. Анализ решаемых задач при выполнении строительно-технической экспертизы / А. Ю. Сергеева, К. А. Федоровская, Ю. Д. Сергеев, А. С. Гребенников // Строительство и недвижимость. - Воронеж, 2020. - №2 (6) - С. 130-134.

### List of references

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Mishchenko, V. Ya. Stochastic algorithms in solving multi-criteria optimization problems of resource allocation in 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. - №1. - pp. 92-97.
10. 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.
11. Sergeeva, A. Y. Analysis of solved tasks in the performance of construction and technical expertise / A. Y. Sergeeva, K. A. Fedorovskaya, Yu. D. Sergeev, A. S. Grebennikov // Construction and real estate. Voronezh, 2020. - No. 2 (6). - pp. 130-134.

УДК 331.453

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СВАРОЧНЫХ И ДРУГИХ ОГНЕВЫХ РАБОТ НА ПРИМЕРЕ РЕАЛЬНОГО ППР (ПРОЕКТ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ)**

**А. Н. Ткаченко, А. Н. Василенко, А. А. Горина**

---

**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

**Горина Алеся Алексеевна**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. змКНС-231, E-mail: gorinales2@yandex.ru

---

**Аннотация:** в статье проведен анализ раздела проекта производства работ, касающегося обеспечения безопасности при проведении сварочных и других огневых работ в ходе строительства здания котельной. Исследование сфокусировано не только на формальном соответствии нормативным требованиям, но и на анализе практической реализуемости и комплексности предложенных мер охраны труда. Разработана система критерииев, включающая оценку идентификации средств пожаротушения, полноту проработки технологических регламентов, адекватность подбора средств коллективной и индивидуальной защиты, а также эффективность решений по организации рабочих мест. Целью исследования является оценка качества проработки вопросов охраны труда на основе реального ППР (проекта производства работ) и предоставление практических рекомендаций, способствующих созданию безопасных условий труда, минимизации рисков и предотвращению несчастных случаев.

**Ключевые слова:** охрана труда, проект производства работ, огневые работы, нормативные требования, анализ.

**A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL MEASURES FOR LABOR PROTECTION AND INDUSTRIAL SAFETY DURING WELDING AND OTHER FIRE-CONTAINING WORKS, BASED ON A REAL WPP (WORK PRODUCTION PROJECT)**

**A. N. Tkachenko, A. N. Vasilenko, A. A. Gorina**

---

**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

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

**Gorina Alesya Alekseevna**, Voronezh State Technical University, Master's student gr. zmKNS-231, E-mail: gorinales2@yandex.ru

---

**Abstract:** the article analyzes the section of the work project related to safety during welding and other fire operations during the construction of the boiler house. The study focuses not only on formal compliance with regulatory requirements, but also on the analysis of the practical feasibility and complexity of the proposed labor protection measures. A system of criteria has been developed that includes an assessment of the identification of fire extinguishing equipment, the completeness of technological regulations, the adequacy of the selection of collective and individual protective equipment, as well as the effectiveness of workplace management solutions. The purpose of the study is to assess the quality of the study of occupational safety issues based on a real-life work plan and provide practical recommendations that help create safe working conditions, minimize risks and prevent accidents.

**Keywords:** occupational safety, work execution project, fire works, regulatory requirements, analysis.

Проект производства работ является основополагающим организационно-технологическим документом в строительстве, который не только регламентирует последовательность и методы выполнения строительно-монтажных работ, но и выступает ключевым фактором, обеспечивающим безопасность, высокое качество и экономическую эффективность. Грамотность составленного проекта производства работ является основой для оптимизации использование трудовых и материально-технических ресурсов и, что наиболее важно, создает наиболее безопасные условия труда, предотвращая несчастные случаи и профессиональные заболевания. Технологичность и проработка мер по охране труда напрямую связаны с экономическая обоснованность ППР, так как травмы и аварийные ситуации провоцируют значительные финансовые потери, простои и штрафные санкции. Таким образом, соответствие ППР требованиям актуальной нормативно-правовой базе в области охраны труда является не просто формальным элементом, а ключевым требованием, обеспечивающим успешную реализацию строительного проекта.

Особую важность в структуре ППР приобретают разделы, посвященные безопасности при выполнении работ с использованием источников повышенной опасности. В данной статье проводится анализ соответствующего раздела ППР на реальном примере проекта по возведению здания котельной, сфокусированный на оценке мероприятий по безопасной работе со сварочными и другими огневыми работами. Аудит проводился на предмет полноты и соответствия действующим нормативным документам.

Представленный текст ППР содержит ряд базовых и обязательных положений, однако его анализ позволяет выявить как системные недостатки, так и устаревшие нормы.

К безусловно положительным и соответствующим действующему законодательству моментам можно отнести:

- требование к возрасту и обучению работников в соответствии с ст. 63 [1,2]: «к проведению сварочных и других огневых работ (газорезке, пайке и т.п.) допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие обучение в учебных комбинатах, на специальных курсах или индивидуально, аттестацию в соответствии с правилами аттестации сварщиков, а также проверку знаний»;

- проведение огневых работ требует обязательного оформления наряда-допуска, регламентировано [3];

- указание на обеспечение рабочих мест первичными средствами пожаротушения (вода, песок, огнетушитель);

- четко установленный порядок действий на период перерывов и по завершении работ (отключение аппаратуры, осмотр места работ);

- запретительные меры, такие как работы вблизи емкостей с ГЖ, на свежеокрашенных конструкциях и с неисправной аппаратурой.

Несмотря на наличие правильных базовых установок, текст содержит серьезные пробелы и устаревшие данные.

При анализе данных выявлена недостаточная детализация требований к средствам пожаротушения. Указание на огнетушитель ОУ-5 (углекислотный, 5-литровый) является некорректным. Согласно Приложению №2 к [3], тип и количество огнетушителей определяются в зависимости от категории помещения (здания) по взрывопожарной и пожарной опасности, защищаемой площади и класса возможного пожара (Е – электрооборудование под напряжением, В – горючие газы). Для сварочных работ, где присутствует класс пожара Е, углекислотные или порошковые огнетушители действительно предпочтительны, но их ранг и количество должны быть рассчитаны конкретно для каждой рабочей зоны. Универсальное указание «ОУ-5» может привести к недостаточной или избыточной оснащенности, что экономически неэффективно.

Так же, следует учесть, что текст раздела носит общий характер. В нем не дифференцируются требования в зависимости от места проведения работ (например, на высоте, в замкнутых пространствах, вблизи взрывопожароопасных веществ). Это прямое нарушение принципов, заложенных в [4], которые требуют проведения анализа опасностей и оценки профессиональных рисков перед началом работ.

Неполнота требований к оборудованию и экипировке требует внесения корректировок. В тексте ППР полностью отсутствуют требования к обязательной выдаче и использованию СИЗ: щитков или масок с защитными светофильтрами, спецодежды из несгораемых тканей (брэзент, спилок), диэлектрических перчаток и ковриков, респираторов для защиты от аэрозолей. Это грубейшее нарушение п. 22-26 [4] и [5].

На основе выявленных недостатков предлагается переработать раздел ППР, внеся в него следующие принципиальные изменения:

1) закрепить в ППР ссылку на [4] и требовать от работников наличия удостоверения, выданного на основании этих правил;

2) заменить указание «ОУ-5» на формулировку: «Рабочее место должно быть обеспечено первичными средствами пожаротушения в соответствии с расчетом, приведенным в разделе «Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности» настоящего ППР, и на основании Приложения № 2 в [4]. Минимальный комплект для одного поста включает: огнетушитель воздушно-пенный (ОВП) или порошковый (ОП) с рангом не ниже 2А-55В-Е или углекислотный (ОУ) с рангом не ниже 0,7А-55В-Е, а также ящик с песком вместимостью 0,5 м<sup>3</sup> и противопожарное полотно (кошму) размером не менее 2х2 м»;

3) обязательно ввести пункт: «К выполнению сварочных работ допускаются работники, обеспеченные следующими СИЗ в соответствии с [5]: щиток защитный или маска сварщика со светофильтрами соответствующей затемненности, костюм сварщика из огнестойкой ткани (брэзент, спилок) или комбинезон, рукавицы сварщика (краги), обувь кожаная с защитным подносоком, для работ на высоте – предохранительный пояс, при работе в замкнутых пространствах или при резке окрашенных металлов – респиратор» (рис. 1).



**Рис. 1. Средства индивидуальной защиты для сварочных и других огневых работ.**

Предлагаемые корректировки не только повышают безопасность, но и оказывают прямое положительное влияние на экономику проекта, но и снижают риски простоев и штрафов, оптимизируют затраты на материалы, снижают травматизм и профзаболевания и повышают производительность труда.

Проведенный анализ показал, что представленный фрагмент ППР, несмотря на наличие верных базовых установок, не соответствует в полной мере современным требованиям к охране труда и промышленной безопасности. Он носит фрагментарный и устаревший характер, не использует риск-ориентированный подход и игнорирует ключевые аспекты, такие как обеспечение СИЗ.

Предложенные корректировки, основанные на актуальной нормативной базе 2025 года, позволяют трансформировать формальный документ в действенный инструмент управления. Это обеспечивает не только существенное повышение уровня защиты жизни и здоровья работников, но и приводит к ощутимой экономической выгоде за счет оптимизации затрат, снижения рисков и повышения общей культуры производства. Качественно разработанный ППР – это не статья расходов, а стратегическая инвестиция в безаварийность, репутацию и финансовую стабильность строительной компании.

### Список литературы

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 29.09.2025) // СПС «Контур.Норматив» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=501882> (дата обращения: 27.10.2025).
2. Постановление Правительства Российской Федерации № 2464 от 24.12.2021 (ред. от 12.06.2024) «О порядке обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда» // СПС «Контур.Норматив» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=442665> (дата обращения: 27.10.2025).
3. Постановление Правительства Российской Федерации № 1479 от 16.09.2020 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» // СПС «Контур.Норматив» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL:

<https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=501734> (дата обращения: 27.10.2025).

4. Приказ Минтруда России № 884н от 11.12.2020 (ред. от 29.04.2025) «Об утверждении Правил по охране труда при выполнении электросварочных и газосварочных работ» // СПС «Контур.Норматив» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=501453> (дата обращения: 27.10.2025).

5. Приказ Минтруда России № 767н от 29.10.2021 «Об утверждении Единых типовых норм выдачи средств индивидуальной защиты и смывающих средств» // СПС «Контур.Норматив» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=422438> (дата обращения: 27.10.2025).

### List of references

1. The Labor Code of the Russian Federation dated December 30, 2001, N 197-FZ (as amended on September 29, 2025) // LRS "Contour.Normativ" [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=501882> (date of access: 27.10.2025).

2. Government Decree N 2464 dated 24.12.2021 (as amended on 12.06.2024) "On the Procedure for Occupational Safety Training and Knowledge Testing of Occupational Safety Requirements"// LRS "Contour.Normativ" [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=442665> (date of access: 27.10.2025)

3. Decree of the Government of the Russian Federation N 1479 dated 16.09.2020 "On Approval of the Fire Regulations in the Russian Federation" // LRS "Contour.Normativ" [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=501734> (date of access: 27.10.2025).

4. Order of the Ministry of Labor of the Russian Federation N 884н dated 11.12.2020 (as amended on 29.04.2025) "On Approval of Labor Protection Rules for electric welding and gas welding operations"// LRS "Contour.Normativ" [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=501453> (date of access: 27.10.2025).

5. Order of the Ministry of Labor of the Russian Federation № 767н dated 29.10.2021 "On approval of uniform standard standards for the issuance of personal protective equipment and detergents"// LRS "Contour.Normativ" [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=422438> (date of access: 27.10.2025).

УДК 624.1:624.04:608

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ НУЛЕВОГО ЦИКЛА СТРОИТЕЛЬСТВА

А. Н. Ткаченко, О. А. Чалая

**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

**Чалая Олеся Алексеевна**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. zmKNC-231, E-mail: tropka77@mail.ru

**Аннотация:** строительная отрасль традиционно характеризуется высокой степенью консервативности в части внедрения инновационных технологий. Тем не менее, за прошедшие два десятилетия в сфере работ нулевого цикла наблюдается прогрессирующая трансформация. Она обусловлена распространением передовых методик на всех стадиях реализации земляных работ. К 2025 году данная стадия строительства характеризуется стремлением к технологической насыщенности, роботизации и повышению экологической ответственности. В рамках данного исследования проводится детальный анализ наиболее перспективных технологических решений, применяемых при производстве работ нулевого цикла, а также дается комплексное обоснование актуальности модернизации строительных процессов и стратегического развития отрасли в целом. На основе конкретных примеров инноваций демонстрируется их операционно-технологическая эффективность и экономическая целесообразность интеграции в актуальные производственные циклы.

**Ключевые слова:** современные технологии, инновации, нулевой цикл, механизация, автоматизация, лазерное сканирование, спутниковые технологии.

## MODERN TECHNOLOGIES AND ZERO CYCLE IN CONSTRUCTION

А. Н. Tkachenko, О. А. Chalaya

**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

**Chalaya Olesya Alekseevna**, Voronezh State Technical University, Master's student gr. zmKNS-231, E-mail: tropka77@mail.ru

**Abstract:** the construction industry is traditionally characterized by a high degree of conservatism in terms of the introduction of innovative technologies. However, over the past two decades, there has been a progressive transformation in the field of groundwork. This transformation is driven by the widespread adoption of advanced techniques at all stages of excavation. By 2025, this stage of construction is expected to be characterized by a focus on technological advancements, robotization, and increased environmental responsibility. This study provides a detailed analysis of the most promising technological solutions used in groundwork, as well as a comprehensive assessment of the relevance of modernizing construction processes and the strategic development of the industry as a

whole. Based on specific examples of innovations, their operational and technological efficiency and economic feasibility of integration into current production cycles are demonstrated.

**Key words:** modern technologies, innovations, zero-cycle, mechanization, automation, laser scanning, satellite technologies.

Нулевой цикл в строительстве определяется как комплекс первоочередных работ, предваряющих сооружение наземных конструктивных элементов здания. В его состав входят земляные работы, возведение фундаментов, прокладка подземных инженерных коммуникаций, строительство подвальных помещений и другие сопутствующие операции.

Современные инновационные технологии для работ нулевого цикла представляют собой интегрированную систему методов и решений, направленных на обеспечение высокой скорости производства, повышенного уровня безопасности и оптимизации ресурсных затрат при выполнении земляных работ [1]. Данный подход приобретает особую значимость в условиях сложной инженерно-геологической обстановки. Его методологическую основу составляют автоматизация технологических процессов, использование специализированной высокопроизводительной техники, а также реализация принципов сквозного анализа данных на всех стадиях проекта. При производстве земляных работ особое влияние на качество и скорость оказывает грамотный подбор рациональных решений.

Ниже приведены ключевые тренды и инновации, которые определяют нулевой цикл в 2025 году.

Современный уровень механизации строительного производства характеризуется применением высокоточного оборудования и техники с повышенными эксплуатационно-техническими характеристиками [2]. Данный подход создает предпосылки для существенного сокращения доли ручного труда, снижения экономических издержек, рационализации расхода материальных ресурсов и интенсификации сроков выполнения работ, включая их производство в осложненных условиях.

В качестве иллюстрации, использование автономных землеройных машин (экскаваторов, бульдозеров), функционирующих под управлением спутниковых навигационных систем GPS и технологий лазерного сканирования, позволяет обеспечить выполнение операций с высочайшей, миллиметровой точностью, достигающейся за счет строгого следования параметрам цифровой 3D-модели.

Современные инновации в области уплотнения грунта развиваются в нескольких направлениях: методы, материалы и программное обеспечение для расчета технологических параметров.

В настоящее время активно применяется метод гидровиброуплотнения с использованием стабилизаторов грунтов и вспенивающихся полиуретановых смол, который представляет собой симбиоз традиционных методов уплотнения и стабилизации с передовыми химическими технологиями, позволяя добиваться выдающихся результатов там, где классические методы были бы неэффективны или чрезмерно дороги. Рассматриваемый метод является высокотехнологичным решением для повышения несущей способности слабых, обводненных и дисперсных грунтов непосредственно в условиях строительной площадки, структурно состоящим из трех ключевых этапов.

1 этап. Гидровиброуплотнение - глубинное уплотнение грунта, при котором вибропогон, погружаясь под собственным весом, создает высокочастотные колебания. Одновременно с наконечника подается струя воды под высоким давлением, которая разжижает грунт, облегчая погружение и перераспределение частицы. После достижения проектной глубины подача воды прекращается, и вибропогон поднимается с заданной скоростью, что приводит к повышению несущей способности грунта и уменьшению просадочности.

2 этап. Стабилизация - процесс придания грунту дополнительной прочности и водоустойчивости путем введения вяжущих материалов (цементные и известковые растворы, геополимеры). В результате грунт приобретает свойства искусственного камня с высокой прочностью на сжатие и устойчивостью к воде.

3 этап. Инъекция вспенивающихся полиуретановых смол - ликвидация остаточных пустот, локальное усиление и создание гидроизолирующих элементов. После гидровиброуплотнения в массиве грунта или под фундаментом могут оставаться локальные зоны пониженной плотности, раковины или каверны. В эти зоны через пробуренные скважины или инъекторы под давлением нагнетаются полиуретановые смолы, которые вспениваются, заполняя все пустоты, и через 15-60 минут твердеют, образуя прочный, влагостойкий полимерный «каркас». В результате происходит мгновенная стабилизация (быстрое устранение пустот, вызывающих осадку), дополнительное упрочнение грунта и гидроизоляция, т.к. полиуретан не пропускает воду, создавая барьер для ее проникновения.

Данная комбинированная технология применяется для усиления оснований под существующие фундаменты, подготовки оснований на слабых и обводненных грунтах, а также для ликвидации последствий просадок и карстовых провалов.

Еще одним направлением, которое кардинально меняет подход к проектированию и строительству на первом, самом ответственном этапе строительства является применение комплексных геомеханических моделей грунта. Данная методология, пришедшая на смену упрощенным моделям, основана на применении высокоточного цифрового моделирования, которое позволяет учитывать сложное, фактическое поведение грунтовой среды.

Комплексная геомеханическая модель грунта представляет собой математическую модель, которая описывает поведение грунтового массива под нагрузкой с учетом множества факторов, таких как:

- напряженно-деформированное состояние (как грунт сжимается, сдвигается, растягивается);
- прочностные характеристики (когда происходит разрушение, сдвиг);
- фильтрационные процессы (как движется вода в порах грунта, изменение давления воды);
- время (ползучесть, консолидация - медленная осадка во времени);
- история нагрузки (как предыдущие нагрузки влияют на текущее состояние).

Аналитический потенциал данной модели позволяет осуществлять прогнозирование неравномерных осадок и деформаций грунтового основания под каждой из колонн, а также оценивать устойчивость откосов и стенок котлована посредством расчета коэффициента запаса, моделирования процессов обрушения и оптимизации конструкций крепления. Кроме того, модель обеспечивает анализ силового взаимодействия фундамента, надземной конструкции и грунтового массива, учитывая как влияние сооружения на основание, так и обратную задачу - перераспределение нагрузок в несущем каркасе, индуцированное деформациями грунта. Ключевой функцией является также оценка влияния нового строительства на окружающую застройку, включая прогноз осадок существующих зданий, и последующая оптимизация проектных решений в части выбора типа фундамента и его параметров по критериям максимальной эффективности и надежности.

При осуществлении работ нулевого цикла особую роль занимают геодезические работы. Традиционные методы съемки и картографирования уступают место передовым технологиям, которые кардинально меняют подход к сбору, обработке и анализу пространственных данных.

Значительную трансформацию в области геодезических изысканий обусловило внедрение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), управляемых дистанционно в режиме реального времени. Их ключевые преимущества - компактность и маневренность - позволяют осуществлять быстрый сбор высокоточных геопространственных данных. Функциональные возможности БПЛА, оснащенных комплексом сенсоров, навигационных

модулей и аэрофотосъемочной аппаратуры, находят применение для решения широкого круга задач по картографированию и мониторингу состояния земной поверхности в рамках работ нулевого цикла. Например, с их помощью можно ежедневно проводить аэрофотосъемку и 3D-сканирование, отслеживая объемы работ и соответствие их проекту.

Настоящий прорыв в области геодезии осуществили системы лазерного сканирования. Принцип действия данной технологии основан на измерении расстояний и определении пространственных координат массива точек с помощью лазерного луча, что позволяет формировать высокоточные трехмерные модели объектов и элементов местности. К числу ключевых преимуществ лазерного сканирования относятся высокая метрическая точность, оперативность съемки, комплексность и объективность получаемой информации, а также способность функционирования в условиях сложной обстановки и возможность интеграции с другими геоинформационными технологиями.

Спутниковые технологии такие как GNSS (глобальные навигационные спутниковые системы), GPS, Galileo и BeiDou революционизировали процессы геодезической съемки, навигации и мониторинга. Эти системы используют спутники для определения точных координат объектов в любой точке земного шара.

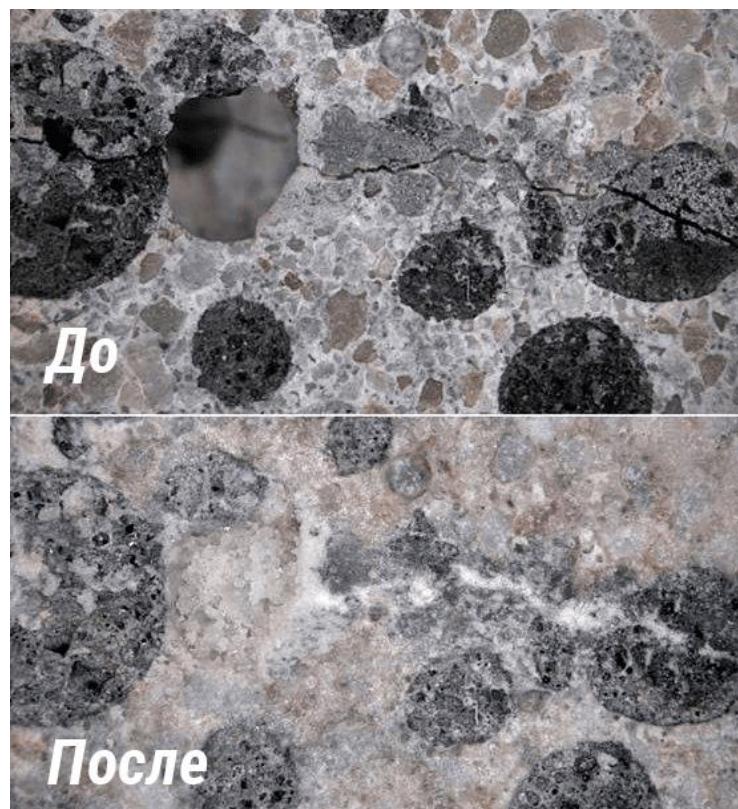
На стадии проектирования активно внедряются концепции цифровых двойников (Digital Twins), которые представляют собой точную цифровую копию стройплощадки со всей геологией, коммуникациями и окружающей застройкой. В режиме реального времени с помощью дронов и датчиков модель обновляется, позволяя прогнозировать риски (моделировать осадку грунта, влияние на соседние здания, уровень грунтовых вод), оптимизировать земляные работы (рассчитать точнейший объем вывозимого грунта и необходимого обратной засыпки).

Широкое применение в строительстве находит 3D-моделирование фундаментов в среде BIM (Building Information Modeling) [3]. Данная методика предоставляет возможность формирования трехмерной информационной модели, синтезирующей геометрические характеристики объекта с его проектными данными (материалы, нагрузки, механизм взаимодействия с грунтом). Применение таких моделей для управления строительной техникой в автоматическом режиме позволяет достичь максимального соответствия выполняемых работ проектным требованиям. Ярким примером служит автономное ведение земляных и бетонных работ, где исполнительные механизмы оборудования руководствуются исключительно данными цифровой модели.

Инновационные материалы в нулевом цикле кардинально меняют подходы к фундаментостроению и устройству подземных частей зданий, повышая надежность, скорость и экологичность.

Применение современных материалов позволяет эффективно реализовывать задачи подготовительного этапа строительства в условиях пространственных ограничений городской застройки, на грунтах с пониженной несущей способностью и в средах с агрессивной химической характеристикой, что в совокупности обеспечивает повышенные показатели долговечности конструкций и сокращение расходов на их последующую эксплуатацию.

Одной из самых революционных технологий в современном строительстве, которая кардинально меняет подход к долговечности и обслуживанию конструкций является самовосстанавливающийся бетон (Self-Healing Concrete). Это инженерный композитный материал, способный автоматически устранять трещины, которые в нем образуются. Это похоже на то, как заживает порез на коже человека (рис. 1).



**Рис. 1. Самовосстанавливающийся бетон**

Существует несколько перспективных технологий, которые делятся на две большие группы: автономные и на основе стимуляции.

1. Бактериальная (микробиологическая) технология - это самый известный и инновационный метод.

Технология автономного восстановления целостности бетона базируется на введении в его состав спор бактерий (например, *Bacillus*) и питательных веществ (лактата кальция). Пока бетон цел, бактерии находятся в «спящем» состоянии. Когда образуется трещина, и в нее проникает вода и воздух, капсулы растворяются, бактерии "просыпаются", начинают питаться и в процессе своей жизнедеятельности производить известняк (карбонат кальция -  $\text{CaCO}_3$ ). Этот нерастворимый известняк постепенно заполняет трещину, "запечатывая" ее. Это полностью натуральный и экологичный процесс, позволяющий устранять трещины шириной до 0.5-0.8 мм., при этом значительно увеличивается срок службы конструкции. У данной технологии есть ряд недостатков, к которым можно отнести высокую стоимость питательных веществ для бактерий, сложность обеспечения выживаемости бактерий в высокощелочной среде бетона в течение длительного времени и длительный процесс заживления трещин (несколько недель).

2. Капсулальная технология.

В процессе выполнения работ по данной технологии в бетон добавляются микроскопические капсулы (из стекла, полимера или керамики), заполненные специальным герметиком (например, эпоксидной смолой или силиконом). При возникновении трещины капсулы на ее пути разрываются и герметик вытекает, полимеризуется при контакте с воздухом или компонентами цемента и закупоривает трещину. Таким образом капсулальная технология относительно простая по сравнению с бактериальной, процесс заживления происходит более быстро, но при этом капсулы работают однократно в месте разрыва, и могут снижать прочность исходного бетона.

3. Технология сосудистых сетей (Vascular Systems) - это более сложная и перспективная технология, имитирующая кровеносную систему живых организмов. В бетоне

создается сеть полых трубочек (например, из стекла или биоразлагаемого полимера), заполненных герметиком. При образовании трещины эти каналы разрываются и герметик под действием капиллярных сил или внешнего давления заполняет трещину. Применение технологии сосудистых сетей позволяет многократно устранять трещины, но из-за наличия сети пустот снижается прочность бетона.

4. Интеллектуальные полимерные материалы – это новая технология с применением специальных полимеров с «памятью формы» (Shape-Memory Polymers), которые при нагревании (например, от солнечного света или с помощью специального оборудования) «стремятся» вернуться к своей первоначальной форме, стягивая края трещины. К преимуществам технологии относится возможность активного управления процессом и возможность закрывать более широкие трещины. Недостатки: требуется внешний источник энергии (нагрев) и высокая стоимость.

Проведенный анализ ряда перспективных технологий позволяет констатировать, что современный этап развития работ нулевого цикла характеризуется переходом от традиционных методов к высокотехнологичному процессу, базирующемуся на комплексном анализе геоданных, прецизионном цифровом моделировании и применении автоматизированной техники. Ключевым вектором технологического развития в данной области является формирование интегрированной системы, обеспечивающей повышение безопасности, операционной эффективности и создание оптимизированного основания для последующих строительных этапов. Внедрение прогрессивных решений способствует существенной оптимизации временных, финансовых и материальных затрат, одновременно повышая несущую способность и эксплуатационную надежность конструкций. Несмотря на то, что приведенные примеры инноваций пока еще не стали повсеместной практикой, их активная адаптация является критически важным фактором для модернизации строительной отрасли и стимулирования новых исследований.

### Список литературы

1. Сычёв, С. А. Технологии возведения энергоэффективных зданий : учебное пособие / С. А. Сычёв, Г. Д. Макаридзе ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. - Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2019.- 369 с.
2. Казаков, Ю. Н. Современное малоэтажное домостроение / Ю. Н. Казаков, В. П. Захаров // Лань. 2022. - 272 с.
3. Бухтояров, Л. Д. Компьютерное моделирование в профессиональной деятельности. Лабораторный практикум / Л. Д. Бухтояров // Лань. 2025. - 44 с.

### List of references

1. Sychev, S. A. Technologies for the Construction of Energy-Efficient Buildings: A Textbook / S. A. Sychev, G. D. Makaridze ; Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. - Saint Petersburg : SPbGASU, 2019.- 369 p.
2. Kazakov, Yu. N. Modern Low-Rise Housing Construction / Yu. N. Kazakov, V. P. Zakharov // Lan. 2022. - 272 p.
3. Bukhtoyarov, L. D. Computer Modeling in Professional Activities. Laboratory Workshop / L. D. Bukhtoyarov // Lan. 2025. - 44 p.

**УДК 69:01**

## **ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

**И. А. Шипилова, С. А. Лобова**

---

**Шипилова Ирина Алексеевна** Воронежский государственный технический университет, кандидат юридических наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: 9202299190@mail.ru

**Лобова Софья Александровна**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. zmCЭН-231, E-mail: lobovasofya28@gmail.com

---

**Аннотация:** в современных реалиях нашей страны на передний план выходит стремительное развитие сельского хозяйства. Из некогда проблемной отрасли оно превратилось в динамически развивающийся вектор экономики, демонстрирующий устойчивый рост и экспортный потенциал. Но этот стремительный рост упирается в необходимость создания современной инфраструктуры. В этом контексте строительство, реконструкция и модернизация уже существующих зданий сельскохозяйственного назначения становится не просто актуальным, а стратегически важным направлением для дальнейшего развития страны. Современное сельское хозяйство – это высокотехнологичная отрасль. Старые советские фермы и амбары не соответствуют требованиям эффективности, благополучия животных и санитарных норм. В данной статье проводится исследование того, как в нынешнее время эффективнее всего оптимизировать процесс реконструкции, уже существующих животноводческих комплексов. Рассмотрены нормы, контролирующие процесс проектирования и строительства. Уделено внимание современным материалам и технологиям производства.

**Ключевые слова:** нормы строительства, современные конструкции, строительная отрасль, конструктивные решения.

### **FEATURES OF MODERN DESIGN OF LIVESTOCK COMPLEXES**

**I. A. Shipilova, S. A. Lobova**

---

**Shipilova Irina Alekseevna**, Voronezh State Technical University, Candidate of Legal Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, Organization of Construction, Expertise and Real Estate Management, E-mail: 9202299190@mail.ru

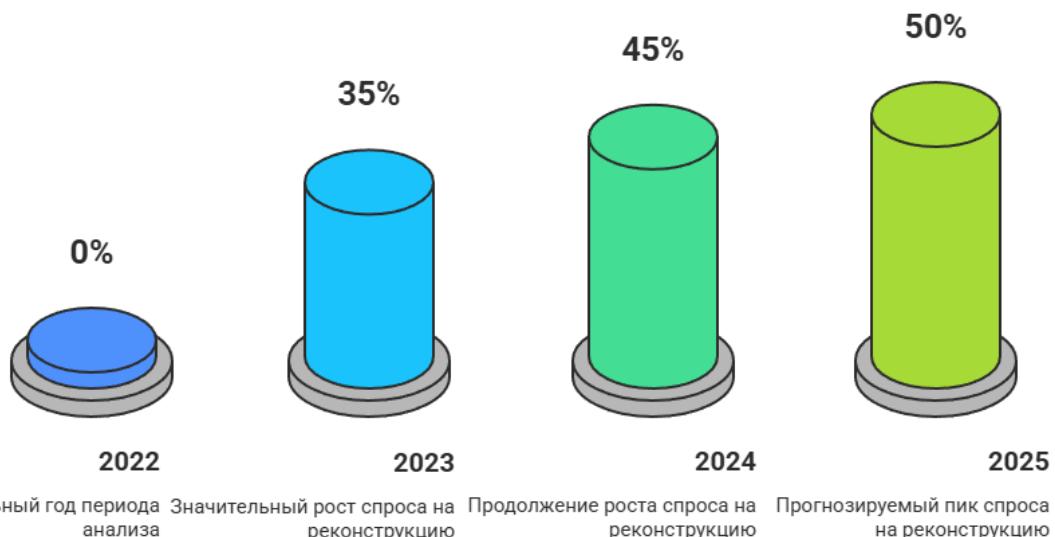
**Lobova Sofya Alexandrovna**, Voronezh State Technical University, Master's student gr. zm SEN-231, E-mail: lobovasofya28@gmail.com

---

**Abstract:** in the modern realities of our country, the rapid development of agriculture is coming to the fore. From a once-problematic industry, it has become a dynamically developing vector of the economy, demonstrating steady growth and export potential. But this rapid growth is driven by the need to create a modern infrastructure. In this context, the construction, reconstruction and modernization of existing agricultural buildings is becoming not just relevant, but strategically important for the further development of the country. Modern agriculture is a high-tech industry. Old Soviet farms and barns do not meet the requirements of efficiency, animal welfare and sanitary standards. This article

examines how, at the present time, it is most effective to optimize the reconstruction process of existing livestock complexes. The norms controlling the design and construction process are considered. Attention is paid to modern materials and production technologies. **Keywords:** construction standards, modern constructions, construction industry, constructive solutions

События последних лет доказали, что продовольственная безопасность – это основа национального суверенитета. Для выполнения этой государственной задачи по полноценному обеспечению страны отечественными продуктами необходимы не только земли и технологии, но и здания содержания различного скота, места для хранения и переработки урожая. Анализ роста спроса на реконструкции сельскохозяйственных сооружений за последние 3 года (2022-2024/2025), показывает устойчивую положительную динамику (рис. 1). Это обусловлено тем рядом экономических, технологических и политических причин. Запрос на реконструкцию уже существующих зданий существенно вырос, на 35-50% в количественном выражении. Реконструкция стала основным вектором по сравнению с новым строительством.



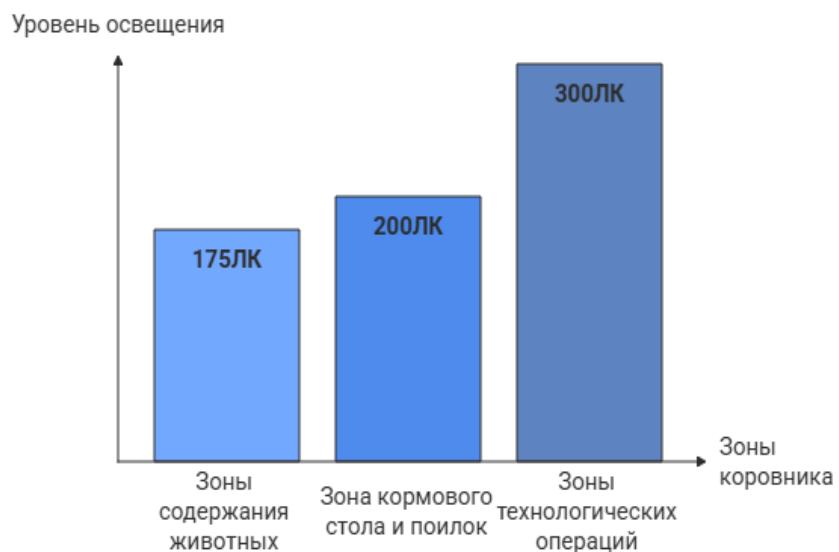
**Рис. 1. Анализ роста спроса на реконструкции сельскохозяйственных сооружений**

Современный коровник - это не просто сарай, а высокотехнологичный производственный цех. Его конструкция должна обеспечивать идеальный микроклимат, удобство для животных и персонала, а также минимальные эксплуатационные расходы. Несущий каркас рекомендуется выполнять из стали или оцинкованного стального профиля. Преимуществами таких конструкций является - прочность и долговечность, так как они не подвержены гниению, горению (в отличие от дерева) и поражению грибком. А также, их срок службы - 50+ лет. Альтернативой может служить железобетонный каркас, он прочен, но требует больше времени и средств на возведение, «мокрых» процессов. Сегодня этот вариант используется реже, в основном для особо массивных конструкций.

Стены обеспечивают теплоизоляцию. Одним из самых современных используемых материалов являются сэндвич-панели с утеплителем из минеральной ваты или пенополиизоциануратовой ваты (PIR). Преимуществами этих материалов являются их теплоизоляционные свойства, летом они сохраняют прохладу, а зимой тепло, что резко снижает затраты на отопление и вентиляцию [1].

Рекомендуемыми конструкциями кровли являются - двускатная или арочная крыша из сэндвич-панелей или профлиста с утеплением. Обязательный элемент кровли такого здания – светоаэрационный конек. Обеспечивает непрерывную вытяжку теплого и влажного воздуха вместе с вредными газами по всей длине всей длине здания (естественная тяга). Одновременно дает рассеянное естественное освещение, что экономит электроэнергию.

Современное освещение в коровнике - это не просто лампочка под потолком для видимости. Это мощный технологический инструмент, который напрямую влияет на здоровье, продуктивность животных и экономику предприятия. Грамотно спроектированная система способна увеличить надои на 5-15% и улучшить общее состояние стада. Способствует стимуляции продуктивности: регулируемый световой день влияет на выработку мелатонина и пролактина у коров, что напрямую связано с удоями. Окна должны быть расположены так, чтобы не создавать сквозняков и слепящих бликов. Современные светопрозрачные материалы (поликарбонат) обеспечивают хорошее рассеивание света. Освещение коровника нормируется документом ОСН-АПК 2.10.24.001-04 «Нормы освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений». Уровень освещенности измеряется в люксах (ЛК). Универсального значения для всего коровника нет - необходим зональный подход. Зоны содержания животных (стойла, лежанки): 150-200 ЛК на уровне пола. Зона кормового стола и поилок: 200 ЛК и выше. Зоны технологических операций (доильный зал, родильное отделение, ветеринарные зоны): не менее 300 ЛК (рис. 2) [2].



**Рис. 2. Рекомендуемые уровни освещения для коровника**

Правильно запроектированный фундамент и пол - основа здоровья животных. Фундамент, как правило, используется ленточный или столбчатый фундамент. Выбор зависит от грунтов и нагрузок. Ключевое требование - надежность и стойкость к агрессивной среде. Выбор типа пола в коровнике - одно из самых важных технологических решений, которое напрямую влияет на здоровье животных, производительность труда и конечную рентабельность фермы. Неправильно выбранный пол может свести на нет преимущества даже самой современной системы вентиляции и кормления. Сегодня акцент сместился с простой дешевизны и долговечности в сторону здоровья копыт и комфорта коров. В современном проектировании часто используются керамзитобетон или пенобетон с последующей железной стяжкой. Эти материалы обладают низкой теплопроводностью, что критически важно для предотвращения маститов у коров. Обязательный уклон: 2-3% в

сторону навозных каналов для стока жидкости. Для лежанок: используются резиновые маты или матрасы, которые обеспечивают комфорт, сухость и тепло. Для организации навозоудаления в большинстве случаев используются дельта-скреперы или цепные транспортеры – это механические системы, которые регулярно сгребают навоз с поверхности пола в накопитель. Выбор системы закладывается в проект изначально, так как определяет конструкцию полов и фундамента.

Конструкции коровника постоянно подвергаются воздействию одной из самых агрессивных сред в сельском хозяйстве – смеси аммиака, сероводорода, углекислого газа и паров органических кислот, образующихся при разложении отходов жизнедеятельности животных. Эти соединения, вступая в реакцию с влагой, образуют слабые растворы кислот и щелочей, которые методично разрушают строительные материалы. Обеспечение химической стойкости (часто называемой в обиходе «кислотостойкостью») – это не опция, а обязательное требование для долговечности и безопасности здания.

Нормы стойкости не собраны в одном документе, а вытекают из комплекса Сводов Правил (СП) и ГОСТов.

Ключевыми документами, задающими требования, являются:

- СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии» (актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85). Это основной документ, который классифицирует среды по агрессивности и предъявляет требования к защите [3];
- СП 15.13330.2020 «Каменные и армокаменные конструкции» [4];
- СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции» [5].

Ветеринарные правила содержания КРС (Приказ Минсельхоза № 920) – предъявляют санитарно-гигиенические требования, которые напрямую влияют на выбор материалов (они должны быть гладкими, непористыми, устойчивыми к мойке и дезинфекции) [6].

Согласно СП 28.13330.2017, среда внутри коровника классифицируется как сильноокислая и сильноагрессивная (газовая и жидкно-агрессивная) по отношению к бетону, стали и другим материалам из-за постоянного присутствия: аммиака ( $\text{NH}_3$ ) и сероводород ( $\text{H}_2\text{S}$ ) – в газообразной форме, а также аммиачной воды, угольной и органической кислоты – в виде конденсата и брызг. Этот класс агрессивности предъявляет самые строгие требования к материалам и их защите.

Фундаменты и цоколь должен быть повышенной плотности (не ниже W8) и марки по водонепроницаемости. Рекомендуется использовать сульфатостойкий портландцемент. Обязательна обмазочная или оклеочная гидроизоляция битумными или полимерными материалами. А также отмостка не менее 1 м с уклоном для отвода воды от здания.

Стены из сэндвич-панелей с покрытием из полиэстера, пурала или пластизола имеют высокую стойкость. Кирпичные стены необходимо штукатурить стойкими составами и окрашивать. Бетонные и железобетонные поверхности должны быть защищены химически стойкими лакокрасочными покрытиями (ЛКП) на основе эпоксидных или полиуретановых смол. Эти покрытия создают непроницаемый инертный барьер. На высоту до 2 метров от пола (зона максимального воздействия) должны иметь усиленную защиту. Бетонные полы из обычного цемента не подходят. Необходимо применять бетон с химически стойкими пропитками (топпингами). В процессе заливки в поверхность втираются упрочняющие смеси на основе корунда или химически стойких кварцитов. Кислотостойкие бетоны: на основе специальных цементов (например, глиноземистого) или с добавлением жидкого стекла и кремнефтористого натрия. Полимерные покрытия (наливные полы). Это бесшововые покрытия на основе эпоксидных или полиуретановых смол. Они абсолютно непроницаемы для агрессивных жидкостей, легко моются и обладают высокой износостойкостью. Обязателен уклон 2-3% к канализационным трапам для быстрого удаления жидкостей [7].

Система навозоудаления. Бетонные каналы должны быть обработаны по технологии, аналогичной полам, – покрыты эпоксидным или полиуретановым составом.

Вентиляция как фактор снижения агрессивности. Хотя это и не конструкция, эффективная вентиляция напрямую влияет на сохранность здания. Нормируемый воздухообмен (по ветеринарным правилам) удаляет агрессивные газы и снижает влажность, минимизируя образование конденсата - главного переносчика агрессивных агентов к конструкциям.

### Список литературы

1. Осминкин, С. Теплоизоляционные плиты PIR: применение, преимущества, недостатки и особенности нового класса утеплителей / С. Осминкин // [Электронный ресурс]: MSG Market Режим доступа: – URL: <https://mc37.rf/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 15.10.2025).
2. ОСН-АПК 2.10.24.001-04. Нормы освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений. – М., 2004. – 8–13 с.
3. СП 28.13330.2017. Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85. – М.: Минстрой России, 2017 [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://standart.kodeks.ru/docs03/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 13.10.2025).
4. СП 15.13330.2020. Каменные и армокаменные конструкции. – М.: Минстрой России, 2021 [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://standart.kodeks.ru/docs03/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 10.10.2025).
5. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. – М.: Минстрой России, 2019 [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://standart.kodeks.ru/docs03/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 13.10.2025).
6. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 21.10.2020 № 622 «Об утверждении Ветеринарных правил содержания крупного рогатого скота в целях его воспроизводства, выращивания и реализации» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://standart.kodeks.ru/docs03/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 15.10.2025).
7. РД-АПК 1.10.01.01-18. Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм и комплексов крупного рогатого скота. – М., 2018 [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://standart.kodeks.ru/docs03/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 10.10.2025).

### List of references

1. Osminkin, S. PIR Thermal Insulation Boards: Application, Advantages, Disadvantages, and Features of a New Class of Insulation Materials / S. Osminkin // [Electronic resource]: MSG Market Access mode: – URL: <https://mc37.rf/>, Title. From the screen. – Language. Russian. (Accessed: 15.10.2025).
2. OSN-APK 2.10.24.001-04. Lighting Standards for Agricultural Enterprises, Buildings, and Structures. – Moscow, 2004. – 8–13 p.
3. SP 28.13330.2017. Protection of Building Structures from Corrosion. Updated version of SNiP 2.03.11-85. – M.: Ministry of Construction of the Russian Federation, 2017 [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://standart.kodeks.ru/docs03/>, Title from the screen. – Language. Russian (date of access: 13.10.2025).
4. SP 15.13330.2020. Stone and reinforced stone structures. – M.: Ministry of Construction of the Russian Federation, 2021 [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://standart.kodeks.ru/docs03/>, Title from the screen. – Language. Russian (date of access: 10.10.2025).
5. SP 63.13330.2018. Concrete and reinforced concrete structures. – Moscow: Ministry of Construction of the Russian Federation, 2019 [Electronic resource]: Access mode: URL:

<https://standart.kodeks.ru/docs03/>, Title from the screen. – Language. Russian (date of access: 13.10.2025).

6. Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated 21.10.2020 No. 622 "On approval of the Veterinary rules for keeping cattle for the purposes of their reproduction, cultivation and sale" [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://standart.kodeks.ru/docs03/>, Title from the screen. – Language. Russian (date of access: 15.10.2025).

7. RD-APK 1.10.01.01-18. Methodological recommendations for the technological design of farms and cattle complexes. – M., 2018 [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://standart.kodeks.ru/docs03/>, Title. From the screen. – Language: Russian (date of access: 10.10.2025).

## УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 69.007.1

### ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА БЕРЕЖЛИВОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

О. К. Мещерякова, М. А. Мещерякова, А. В. Батова

---

**Мещерякова Ольга Константиновна**, Воронежский государственный технический университет, доктор экономических наук, профессор кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: onora@list.ru

**Мещерякова Мария Александровна**, Воронежский государственный технический университет, доктор экономических наук, профессор кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: masha0207@mail.ru

**Батова Анна Валерьевна**, Воронежский государственный технический университет, старший преподаватель кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: avbatova071@ya.ru

---

**Аннотация:** в статье рассматриваются теоретические и практические аспекты внедрения системы бережливого управления (Lean Construction) как инструмента повышения эффективности полного жизненного цикла строительных объектов. Также в статье приводятся результаты исследований компаний, которые имеют опыт внедрения бережливого строительства в свою практику. Традиционные подходы к управлению строительством не способны в полной мере устраниить системные потери. Демонстрируется системный характер проблем отрасли и обосновывается необходимость комплексного подхода к внедрению бережливых принципов. Доказывается синергетический эффект от интеграции Lean-подходов с информационным моделированием (BIM) и интегрированными моделями контрактинга (IPD). Предложены практические механизмы преодоления идентифицированных барьеров через формирование культуры непрерывных улучшений, образовательные инициативы и активную цифровую трансформацию процессов строительства.

**Ключевые слова:** бережливое управление, барьеры внедрения, жизненный цикл объектов строительства, оптимизация, цифровизация, перспективы развития.

### THEORY AND PRACTICE OF LEAN MANAGEMENT AT THE STAGES OF THE LIFE CYCLE OF CONSTRUCTION PROJECTS

О. К. Meshcheryakova, М. А. Meshcheryakova, А. В. Batova

---

**Meshcheryakova Olga Konstantinovna**, Voronezh State Technical University, Doctor of Economics, Professor of the Department of Technology, Construction Organization, Expertise and Real Estate Management, E-mail: onora@list.ru

**Meshcheryakova Maria Aleksandrovna**, Voronezh State Technical University, Doctor of Economics, Professor of the Department of Technology, Construction Organization, Expertise and Real Estate Management, E-mail: masha0207@mail.ru

**Batova Anna Valeryevna**, Voronezh State Technical University, Senior Lecturer, Department of Technology, Organization of Construction, Expertise, and Real Estate Management, E-mail: avbatova071@ya.ru

**Abstract:** this article examines the theoretical and practical aspects of implementing a lean construction management system as a tool for improving the efficiency of the entire lifecycle of construction projects. It also presents research findings from companies that have implemented lean construction in their practices. Traditional approaches to construction management are unable to fully eliminate systemic losses. The article demonstrates the systemic nature of the industry's problems and substantiates the need for a comprehensive approach to implementing lean principles. The synergistic effect of integrating lean approaches with information modeling (BIM) and integrated contracting models (IPD) is demonstrated. Practical mechanisms for overcoming identified barriers are proposed through fostering a culture of continuous improvement, educational initiatives, and active digital transformation of construction processes.

**Keywords:** lean construction, implementation barriers, construction project life cycle, optimization, digitalization, development prospects.

Строительная отрасль России традиционно сталкивается с проблемами низкой производительности, технологической отсталости и значительных потерь, на что указывают результаты анализа регионального строительного комплекса. В этих условиях бережливое управление (Lean Construction) представляет собой стратегическое направление для инновационного развития строительного комплекса, позволяющее систематически снижать все виды потерь и выстраивать процессы как непрерывный поток создания ценности.

Несмотря на признанный мировой практикой потенциал бережливого подхода, его внедрение в России сталкивается со значительными трудностями. К ним относятся недостаток финансирования, низкий уровень менеджмента, сопротивление изменениям и слабая осведомленность о современных технологиях, таких как BIM (Информационное моделирование зданий).

Бережливое строительство (Lean Construction) – это философия управления строительными проектами, основанная на идеалах бережливого производства, которая нацелена на удовлетворение потребностей заказчика путем минимизации потерь и максимизации ценности на всех этапах жизненного цикла объекта [1]. В отличие от традиционного подхода, где планирование часто носит директивный и оторванный от реальности характер, бережливое строительство фокусируется на создании непрерывного и надежного потока работ, что требует пересмотра самих принципов организации производства [2].

Исторически концепция бережливого строительства сформировалась в 1990-е годы на базе двух ключевых теоретических разработок:

- TFV-теория (Transformation-Flow-Value), предложенная Лаури Коскела, которая рассматривает производственный процесс через три взаимосвязанные составляющие: преобразование (материалов в продукт), поток (непрерывное движение ресурсов) и ценность (для конечного потребителя) [3].

- Система бережливой поставки (Lean Project Delivery System), разработанная Гленном Баллардом, которая интегрирует все этапы жизненного цикла проекта – от определения до эксплуатации [4].

Бережливое строительство опирается на ряд фундаментальных принципов, среди которых ориентация на ценность для заказчика, устранение всех видов потерь, непрерывное улучшение (Kaizen) и сосредоточение на процессе (flow) (см. табл. 1).

**Таблица 1**  
**Основные инструменты бережливого строительства [5]**

№ п/п	Инструмент	Краткое описание	Решаемая проблема
1.	Last Planner System (LPS)	Система повышения надежности планирования через иерархию планов (от общего к ежедневному) и анализ выполнения.	Срыв сроков, нереалистичное планирование.
2.	Интегрированная поставка проекта (IPD)	Модель контрактных отношений, объединяющая заказчика, проектировщика и подрядчика в одну команду с общими целями и рисками.	Разрозненность участников, конфликт интересов.
3.	Картирование потока создания ценности	Визуализация всего потока работ для определения и последующего устранения операций, не добавляющих ценности.	Скрытые потери, неэффективные маршруты.
4.	Система 5S	Метод организации рабочего пространства для повышения производительности, безопасности и качества.	Беспорядок на площадке, потери времени на поиск.

Опыт российских специалистов, например, при строительстве Татарской АЭС в конце 1980-х годов, показал, что централизация разработки проектов производства работ (ППР) в специализированном подразделении («Оргтехэнергопромстрой») позволила значительно повысить качество организационно-технологической документации и дисциплину на стройплощадке. Этот исторический прецедент демонстрирует наличие в отечественной практике предпосылок для системного подхода, близкого к идеологии бережливости.

В современный период важной предпосылкой является наличие развитой нормативно-сметной базы (РусНСИ). Как отмечают эксперты, элементные сметные нормы (ЕР), содержащие детализированные данные о трудозатратах, материалах и механизмах, могут служить ценным источником информации для формирования реалистичных графиков и выявления потерь, если интегрировать их в системы информационного моделирования [6].

Ярким примером анализа потенциала бережливого строительства является исследование строительного комплекса Воронежской области. Региональный комплекс насчитывает более 1500 организаций, включая крупные строительно-монтажные управления и ключевые предприятия стройиндустрии [7].

Проведенный анализ показал, что, несмотря на стабильно высокие объемы ввода жилья и реализацию масштабных инфраструктурных проектов, отрасль сталкивается с системными вызовами:

- высокая стоимость кредитования и дефицит оборотных средств;

- дефицит квалифицированных кадров и низкий уровень проектного менеджмента;
- неравномерное внедрение современных технологий и цифровизации.

Планомерное внедрение инструментов бережливого строительства способно стать ключевым драйвером для перевода мощного, но инерционного регионального строительного комплекса на качественно новый уровень операционной и экономической эффективности.

Как показали международные и российские исследования, на пути внедрения бережливого строительства существуют основные схожие группы барьеров (см. табл. 2).

**Таблица 2**

**Основные барьеры внедрения бережливого строительства и возможные пути их преодоления**

№ п/п	Барьер	Краткое описание	Возможное решение
1.	Недостаток осведомленности и понимания	Отсутствие знаний о принципах и методах LC у руководителей и исполнителей.	Развитие образовательных программ, проведение обучающих семинаров, pilotные проекты.
2.	Сопротивление изменениям	Консерватизм отрасли, нежелание менять устоявшиеся процессы как на уровне рядовых сотрудников, так и менеджмента.	Формирование культуры непрерывных улучшений (Kaizen), активное вовлечение и поддержка со стороны топ-менеджмента.
3.	Отсутствие поддержки сверху	Проблемы ресурсного обеспечения и недостаточная заинтересованность руководства компании.	Демонстрация успешных кейсов и экономического эффекта для убеждения руководства.
4.	Дезинтеграция участников	Разрозненность действий участников строительного проекта, вызванная устаревшей моделью сотрудничества.	Внедрение интегрированных моделей контрактинга, таких как IPD.
5.	Слабое проникновение BIM	Отставание во внедрении технологий информационного моделирования (BIM), выступающих ключевым фактором успешной реализации методологии бережливого строительства.	Комплексный подход к внедрению BIM всеми участниками проекта.

Успешное внедрение бережливого строительства требует комплексного подхода. Как подчеркивается в одном из источников, решить проблему «по кусочкам», внедряя

отдельные инструменты, невозможно – необходим комплексный подход, объединяющий Заказчика, Проектировщика и Строителя в единую команду. Именно эту задачу решает модель IPD (Integrated Project Delivery) [8].

Ключевую роль в преодолении барьеров играет цифровизация. Технология BIM (Information Building Modeling) создает идеальную среду для реализации принципов бережливости, обеспечивая:

- визуализацию всего жизненного цикла проекта;
- координацию действий всех участников, исключая коллизии;
- основу для надежного планирования в системе Last Planner® .

Взаимосвязь Lean и BIM позволяет перейти от абстрактных принципов к конкретным действиям: визуализировать потоки создания ценности, автоматизировать сбор данных для анализа процента выполнения плана (PPC) и в конечном итоге создавать «цифровых двойников» строительных объектов для их оптимизации на протяжении всей жизни.

Бережливое строительство представляет собой не просто инструментарий, а целостную производственную философию, требующую кардинального пересмотра устоявшихся подходов к управлению проектами и организации строительного производства. Внедрение данной концепции позволит вывести на новый уровень конкурентоспособность российского строительного комплекса.

Анализ показал наличие значительного потенциала для внедрения методологии в России, что подтверждается как историческим опытом системной организации работ, так и возможностями адаптации развитой нормативной базы для целей Lean. Потребность в подобных инновациях отчетливо проявляется на региональном уровне [9].

Критическим барьером на пути внедрения выступают не технические аспекты методологии, а человеческий и организационный факторы: сопротивление изменениям, дефицит знаний и сегментированность отрасли. Преодоление этих ограничений требует целенаправленного формирования культуры бережливости и активного участия топ-менеджмента.

Наиболее перспективной признана взаимосвязь бережливого строительства с технологиями информационного моделирования (BIM) в рамках интегрированных контрактных моделей (IPD). Такой подход создает единое информационное пространство и обеспечивает практическую реализацию принципов бережливости.

Таким образом, дальнейшее развитие бережливого управления в российском строительстве связано с комплексом преобразований в образовательной подготовке, цифровой трансформации и модернизации организационной культуры отрасли.

### Список литературы

1. Стандарт ГОСТ Р 57306-2016. Бережливое производство. Основные положения и словарь [Текст]. — М. : Стандартинформ, 2016. — 45 с.
2. Вомпе, Г. Бережливое строительство: устранение потерь и повышение ценности в проектах / Г. Вомпе. — М. : Альпина Паблишер, 2016. — 354 с.
3. Коскела, Л. Применение новой производственной философии в строительстве / Л. Коскела // // Международный журнал по проектному менеджменту. — 1992. — №. 10. — С. 45-57.
4. Баллард, Г. Система бережливой поставки в строительстве / Г. Баллард // // Исследования в области строительства. — 2000. — №. 8. — С. 221-236.
5. Лайкер, Дж. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира / Дж. Лайкер. — М. : Альпина Бизнес Букс, 2005. — 402 с.
6. Савченко, И. В. BIM-технологии: информационное моделирование зданий / И. В. Савченко. — СПб. : БХВ-Петербург, 2018. — 288 с.

7. Отчет о состоянии строительного комплекса Воронежской области / Правительство Воронежской области. — Воронеж, 2022. — 120 с.

8. Ахметов, Р. Р. Интегрированные модели контрактинга (IPD) как инструмент повышения эффективности строительных проектов / Р. Р. Ахметов // Экономика строительства. — 2019. — № 4. — С. 28-35.

9. Мещерякова, О. К. Современные подходы освоения территорий под жилищную застройку в городе Воронеже / О. К. Мещерякова, М. А. Мещерякова, Е.С. Майбурова // Строительство и недвижимость. — 2018. — № 1-1 (2). — С. 20-24.

### **List of references**

1. Standard GOST R 57306-2016. Lean manufacturing. Basic provisions and vocabulary [Text]. - M.: Standartinform, 2016. - 45 p.
2. Wompe, G. Lean Construction: Eliminating Waste and Improving Value in Projects / G. Wompe. - Moscow: Alpina Publisher, 2016. - 354 p.
3. Koskela, L. Application of a New Production Philosophy in Construction / L. Koskela // // International Journal of Project Management. - 1992. - No. 10. - Pp. 45-57.
4. Ballard, G. Lean Delivery System in Construction / G. Ballard // // Research in Construction. - 2000. - No. 8. - Pp. 221-236.
5. Savchenko, I. V. BIM-technologies: Building Information Modeling / I. V. Savchenko. - St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2018. - 288 p.
6. Report on the state of the construction complex of the Voronezh region / Government of the Voronezh region. - Voronezh, 2022. - 120 p.
7. Akhmetov, R. R. Integrated contracting models (IPD) as a tool for improving the efficiency of construction projects / R. R. Akhmetov // Construction Economics. - 2019. - No. 4. - Pp. 28-35.
8. Liker, J. The Toyota Way: 14 management principles of the world's leading company / J. Liker. - Moscow: Alpina Business Books, 2005. - 402 p.
9. Meshcheryakova, O.K. Modern approaches to the development of territories for housing development in the city of Voronezh / O.K. Meshcheryakova, M.A. Meshcheryakova, E.S. Maiburova // Construction and real estate. — 2018. — No. 1-1 (2). — P. 20-24.

УДК 69:005.6(075.8)

## ПРИМЕНЕНИЕ «ЗЕЛЁНОГО» СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ДЕВЕЛОПЕРСКИХ ПРОЕКТОВ КОММЕРЧЕСКОЙ НЕДВИЖИМОСТИ

Е. А. Чеснокова, А. А. Пашенцева, Д. А. Горшенин

**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)

**Пашенцева Алевтина Андреевна**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мДСД-251, E-mail: [alechkapashentseva@yandex.ru](mailto:alechkapashentseva@yandex.ru)

**Горшенин Даниил Александрович**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мИПЗ-252, E-mail: [gorshenindaniil95@gmail.com](mailto:gorshenindaniil95@gmail.com)

**Аннотация:** статья посвящена исследованию практики применения принципов «зелёного» строительства в девелоперских проектах коммерческой недвижимости. Рассматривается переход от традиционных подходов к проектированию и возведению объектов к устойчивому развитию, которое минимизирует негативное воздействие на окружающую среду. Анализируются ключевые аспекты «зелёного» девелопмента: использование энергоэффективных технологий, ресурсосберегающих материалов, систем управления водными ресурсами и отходами, а также создание здоровой и комфортной среды для пользователей. Особое внимание уделяется международным и национальным системам экологической сертификации (таким как LEED, BREEAM, DGNB, «Зелёные стандарты»). На конкретных примерах реализованных проектов демонстрируются экономические, экологические и социальные преимущества «зелёных» зданий, а также барьеры, с которыми сталкиваются девелоперы при их внедрении.

**Ключевые слова:** «зелёное» строительство, девелоперские проекты, сертификация, международные системы.

## THE USE OF GREEN BUILDING PRACTICES IN COMMERCIAL REAL ESTATE DEVELOPMENT PROJECTS

Е. А. Chesnokova, А. А. Pashentseva, D. A. Gorshenin

**Chesnokova Elena Alexandrovna**, 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)

**Pashentseva Alevtina Andreevna**, Voronezh State Technical University, Master's student gr. m DSD-251, E-mail: [alechkapashentseva@yandex.ru](mailto:alechkapashentseva@yandex.ru)

**Gorshenin Daniil Aleksandrovich**, Voronezh State Technical University, Master's student, group mIPZ-252, E-mail: [gorshenindaniil95@gmail.com](mailto:gorshenindaniil95@gmail.com)

**Abstract:** this article explores the application of green building principles in commercial real estate development projects. It examines the transition from traditional approaches to design and construction to sustainable development that minimizes negative environmental impacts. Key aspects of green development are analyzed: the use of energy-efficient technologies, resource-saving materials, water and waste management systems, and the

creation of a healthy and comfortable environment for users. Particular attention is paid to international and national environmental certification systems (such as LEED, BREEAM, DGNB, and Green Standards). Specific examples of completed projects demonstrate the economic, environmental, and social benefits of green buildings, as well as the barriers developers face in implementing them.

**Keywords:** green construction, development projects, certification, international systems.

На фоне глобальных экологических угроз и урбанизации, «зелёное» строительство перестаёт быть нишевым явлением, становясь стратегической необходимостью для девелоперов. В коммерческой недвижимости следование этой парадигме открывает значительные преимущества, так как экологическая ответственность повышает инвестиционную привлекательность и способствует более эффективному управлению активами.

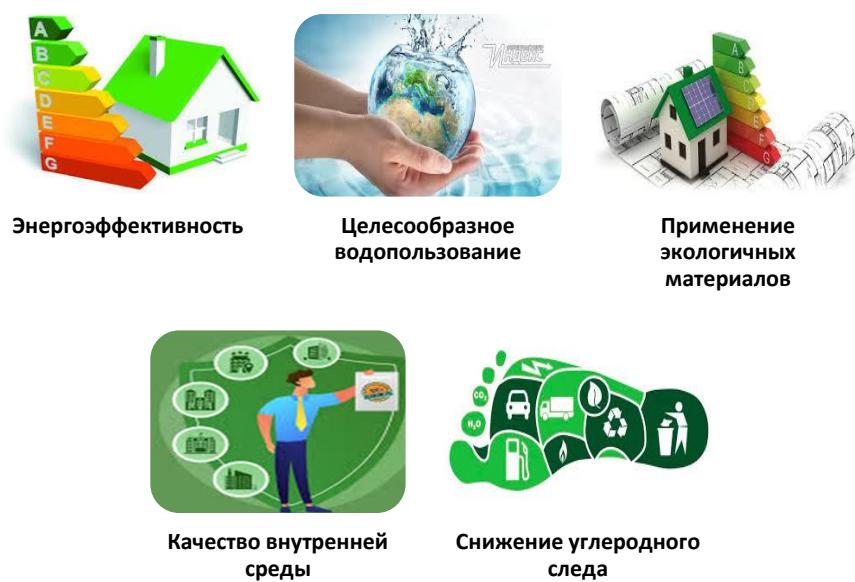
Современные коммерческие помещения оцениваются не только по их целесообразности и внешнему виду, но и по ряду иных, более важных критериев. Требования инвесторов и арендаторов к ESG (экология, социальная ответственность) растут, и это делает сертификацию по «зелёным» стандартам всё более востребованным конкурентным приоритетом.

На основании данных CBRE [1], объекты с сертификатами LEED или BREEAM демонстрируют:

1. что арендная плата возрастет на 20–30 %;
2. на 15–20 % меньшую доступность;
3. что внедрение мер по энергоэффективности позволит уменьшить операционные затраты на 25–40 %.

Для России это направление также набирает обороты: доля сертифицированных «зелёных» коммерческих объектов в Москве и Санкт - Петербурге выросла с 8 % в 2020 г. до 22 % в 2024 г., что отражает растущий спрос со стороны институциональных инвесторов и международных корпораций [2].

Для подтверждения соответствия здания экологическим, энергетическим и социальным нормам, принятыми международными или национальными стандартами, проводится независимая оценка – сертификация «зелёных» зданий. Цель сертификации «зелёных» зданий представлена на рисунке 1:



**Рис. 1. Цель сертификации «зелёных» зданий**

Рассмотрим основные системы сертификации:

1. LEED (Leadership in Energy and Environmental Design, США) - ориентируется на энергомоделировании, водосбережении и материалах. Уровни: Certified, Silver, Gold, Platinum [3].

2. BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method, Великобритания) - оценивает устойчивость по 9 категориям (управление, здоровье, энергия, транспорт и др.). Уровни: Pass, Good, Very Good, Excellent, Outstanding [4].

3. WELL (США) - ориентирован на здоровье и благополучие пользователей (качество воздуха, свет, питание) [5].

4. DGNB (Германия) - комплексный стандарт, рассматривающий жизненный цикл здания [6].

5. ГОСТ Р 70346-2022 (Россия) - национальный стандарт для «зелёных» зданий, включающий 10 критериев (энергоэффективность, водосбережение, материалы и др.) [6].

6. GREEN ZOOM (Россия) - адаптированная система для локальных проектов с упрощённой процедурой сертификации [7].

Чтобы исследовать множественность направлений в «зелёном» строительстве, мы рассмотрим четыре знаковых проекта, реализованных в разных странах.

«Лахта Центр» (Санкт-Петербург, Россия) - самый высокий небоскрёб в Европе (462 м), сертифицированный по стандарту LEED Platinum [3]. Применение технологических фасадов в здании позволяет достичь наилучшей температуры в любое время года: зимой они сокращают потери тепла, а летом обеспечивают естественное охлаждение, выводя ненужное тепло. Также применяются системы использования воздуха, сбора и очистки дождевой воды, а также вакуумная система мусороудаления (рис. 2).



Рис. 2. «Лахта Центр» (Санкт-Петербург, Россия)

«Capita Spring» (Сингапур) - 51-этажное здание с офисными помещениями, ресторанами и жилыми квартирами. Получил сертификаты Green Mark Platinum и Universal Design Gold PLUS [7]. В проекте выполнена концепция «биофильного дизайна»: внутри здания созданы вертикальные сады, а на крыше расположена ферма с более чем 150 видами зелёных насаждений. Также запланированы велосипедные дорожки и точки для зарядки электромобилей (рис. 3).



**Рис. 3. «Capita Spring» (Сингапур)**

«Jakob Rope Systems» (Хошимин, Вьетнам) - производственное здание с зелёными фасадами, обеспечивающими природную вентиляцию и очистку воздуха. Проект использует подвесные элементы с растениями, которые уменьшают температуру за счёт испарения влаги и защищают от пыли (рис 4).



**Рис. 4. «Jakob Rope Systems» (Хошимин, Вьетнам)**

«Neva Towers» (Москва, Россия) - универсальный комплекс в «Москва-Сити» с офисами, торговыми площадками и апартаментами. Сертифицирован по LEED Gold. В проекте реализованы водосберегающие технологии (экономия более 20% воды), использование региональных растений для ландшафтного дизайна, системы контроля качества воздуха и датчики CO2. Также в комплексе есть собственные парки и открытая плавательная зона на крыше стилобата (рис 5).



Рис. 5. «Neva Towers» (Москва, Россия)

Далее сведем всю основную информацию в таблицу 1.

**Таблица 1**  
**Технические и сертификационные характеристики рассмотренных примеров**

Показатель	«Лахта Центр» (Россия)	CapitaSpring (Сингапур)	JakobRope Systems (Вьетнам)	NevaTowers (Россия)
Тип здания	Небоскрёб (офисы, общественные пространства)	Многофункциональный комплекс (офисы, жильё, рестораны)	Промышленное здание	Многофункциональный комплекс (офисы, торговля, апартаменты)
Высота / этажность	462 м (87 эт.)	51 эт.	Не указано	345 м (79 эт.)
Площадь	400 000 м <sup>2</sup>	96 000 м <sup>2</sup>	Не указано	350 000 м <sup>2</sup>
Сертификация	LEED Platinum	Green Mark Platinum, Universal Design GoldPLUS	Нет	LEED Gold
Год ввода в эксплуатаци ю	2019	2021	2022	2020
Ключевые технологии	Интеллектуальн ые фасады, рекуперация воздуха, сбор дождевой воды, вакуумная система мусороудаления	Вертикальный сад, ферма на крыше, станции зарядки электромобилей, велосипедные дорожки	Зелёные фасады для естественной вентиляции и очистки воздуха	Водосберегающие технологии, региональные растения в ландшафте, датчики CO2

## Продолжение табл. 1

Показатель	«Лахта Центр» (Россия)	CapitaSpring (Сингапур)	JakobRope Systems (Вьетнам)	NevaTowers (Россия)
Инвестиции в «зелёные» решения	+15 % к стоимости строительства [3]	+18 % к стоимости строительства [7]	+10 % к стоимости строительства [2]	+12 % к стоимости строительства [3]
Снижение эксплуатационных расходов	25–30 % [3]	20–25 % [7]	15–18 % [2]	22–24 % [3]
Водосбережение	40 % (сбор дождевой воды) [3]	30 % (рециркуляция) [7]	15 % (естественные методы) [2]	20 % (водосберегающие технологии) [3]
Дополнительные преимущества	Статус архитектурной доминанты, туристический объект [3]	Повышение арендных ставок, социальный хаб [7]	Улучшение условий труда, снижение заболеваемости [2]	Премия

На основе проведенного анализа можно сформулировать следующие выводы.

Ключевым показателем эффективности становится уже не минимизация первоначальных инвестиций, а оптимизация совокупной стоимости владения (ТСО). Экологичные здания, требующие повышенных капиталовложений на этапе проектирования и строительства, демонстрируют значительную экономию на протяжении всего жизненного цикла объекта. Снижение операционных расходов на энерго- и водоснабжение (на 25-40%), а также на обслуживание и утилизацию отходов, не только компенсирует первоначальные надбавки, но и существенно повышает чистую операционную доходность актива, делая его более привлекательным для долгосрочных инвестиций [8-9].

«Зелёный» девелопмент создает не просто здание, а качественно иной класс актива. Сертифицированные объекты обладают повышенной ликвидностью и устойчивой рыночной стоимостью.

Системы сертификации (LEED, BREEAM и др.) выполняют роль не просто «этикетки», а комплексного стандарта качества и системы менеджмента. Они формализуют требования, предоставляя девелоперу четкий план действий, а инвестору и арендатору - прозрачный и верифицированный инструмент для оценки экологических и качественных параметров объекта. Сертификация становится паспортом объекта, облегчающим его продажу, привлечение финансирования и заключение арендных договоров.

Применение принципов «зелёного» строительства в девелопменте является экономически обоснованным и стратегически верным решением. Преодоление первоначальных барьеров открывает доступ к значительным долгосрочным выгодам, делая проекты не только экологически ответственными, но и более прибыльными и устойчивыми на динамичном рынке.

### Список литературы

1. World Green Building Council. Health, Wellbeing and Productivity in Offices: The Business Case for Green Building. London: WGBC, 2022. 92 p. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://worldgbc.org/wp-content/uploads/2022/03/WorldGBC-%E2%80%93->

Health-Wellbeing-productivity-%E2%80%93-full-report-UK-single-low-res.pdf (дата обращения: 13.11.2025).

2. Nguyen, T. H. Green Facades in Tropical Industrial Architecture: Case of Jakob Rope Systems, Ho Chi Minh City // Journal of Sustainable Design. 2023. Vol. 12, No. 4. P. 45–58. . [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: [https://www.researchgate.net/publication/384689023\\_CLICCS\\_Outlook\\_Case\\_Study\\_Ho\\_Chi\\_Minh\\_City\\_Vietnam](https://www.researchgate.net/publication/384689023_CLICCS_Outlook_Case_Study_Ho_Chi_Minh_City_Vietnam)

3. U. S. Green Building Council. LEED v4 Reference Guide for Design and Construction. Washington, DC: USGBC, 2022. 512 p. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://www.usgbc.org/guide/bdc> (дата обращения: 13.11.2025).

4. BRE Global. BREEAM International New Construction 2016. Watford: BRE Publishing, 2016. 215 p. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://hbreavis.com/wp-content/uploads/2017/06/BREEAM-International-New-Construction-2016.pdf> (дата обращения: 13.11.2025).

5. European Investment Bank. Green Finance for Sustainable Development. Luxembourg: EIB, 2023. 148 p. Режим доступа: URL: [https://www.eib.org/attachments/lucalli/20230354\\_eib\\_financial\\_report\\_2023\\_en.pdf](https://www.eib.org/attachments/lucalli/20230354_eib_financial_report_2023_en.pdf) (дата обращения: 13.11.2025).

6. ГОСТ Р 70346-2022. «Зелёные» стандарты. Здания многоквартирные жилые «зелёные». Методика оценки и критерии проектирования, строительства и эксплуатации. М.: Стандартинформ, 2022. 56 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200193111> (дата обращения: 13.11.2025).

7. Building and Construction Authority (BCA). Singapore Green Building Masterplan 2022. Singapore: BCA, 2022. 84 p. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://www1.bca.gov.sg/buildsg/sustainability/green-building-masterplans> (дата обращения: 13.11.2025).

8. Понявина, Н. А. Анализ методов управления недвижимостью в России и за рубежом / Н. А. Понявина, Е. А. Чеснокова, В. И. Захарова // В сборнике: Вопросы современной экономики и менеджмента: свежий взгляд и новые решения. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. - 2016. - С. 23-26.

9. Чеснокова, Е.А. Международные подходы (модели) при реализации инвестиционно-строительных проектов / Е. А. Чеснокова, А. С. Чесноков, Д. И. Махиня // Строительство и недвижимость. - 2022. - № 2 (11). - С. 134-140.

### List of references

1. World Green Building Council. Health, Wellbeing and Productivity in Offices: The Business Case for Green Building. London: WGBC, 2022. 92 p. [electronic resource]. Access mode: URL: <https://worldgbc.org/wp-content/uploads/2022/03/WorldGBC-%E2%80%93-Health-Wellbeing-productivity-%E2%80%93-full-report-UK-single-low-res.pdf> (date of request: 11/13/2025).

2. Nguyen, T. H. Green Facades in Tropical Industrial Architecture: The Case of Jakob Rope Systems, Ho Chi Minh City // Journal of Sustainable Design. 2023. Vol. 12, No. 4. P. 45–58. [Electronic resource]. Access mode: URL: [https://www.researchgate.net/publication/384689023\\_CLICCS\\_Outlook\\_Case\\_Study\\_Ho\\_Chi\\_Minh\\_City\\_Vietnam](https://www.researchgate.net/publication/384689023_CLICCS_Outlook_Case_Study_Ho_Chi_Minh_City_Vietnam)

3. U.S. Green Building Council. LEED v4 Reference Guide for Design and Construction. Washington, DC: USGBC, 2022. 512 p. [electronic resource]. Access mode: URL: <https://www.usgbc.org/guide/bdc> (date of request: 11/13/2025).

4. BRE Global. BREEAM International New Construction 2016. Watford: BRE Publishing, 2016. 215 p. [electronic resource]. Access mode: URL: <https://hbreavis.com/wp->

content/uploads/2017/06/BREEAM-International-New-Construction-2016.pdf (date of application: 11/13/2025).

5. European Investment Bank. Green Finance for Sustainable Development. Luxembourg: EIB, 2023. 148 p. Access mode: URL: [https://www.eib.org/attachments/lucalli/20230354\\_eib\\_financial\\_report\\_2023\\_en.pdf](https://www.eib.org/attachments/lucalli/20230354_eib_financial_report_2023_en.pdf) (date of request: 11/13/2025).

6. GOST R 70346-2022. "Green" standards. Multi-apartment residential buildings are "green". Assessment methodology and criteria for design, construction and operation. Moscow: Standartinform, 2022. 56 p. [electronic resource]. Access mode: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200193111> (accessed: 11/13/2025).

7. Building and Construction Authority (BCA). Singapore Green Building Masterplan 2022. Singapore: BCA, 2022. 84 p. [electronic resource]. Access mode: URL: <https://www1.bca.gov.sg/buildsg/sustainability/green-building-masterplans> (date of request: 11/13/2025).

8. Ponyavina, N. A. Analysis of real estate management methods in Russia and abroad / N. A. Ponyavina, E. A. Chesnokova, V. I. Zakharova // In the collection: Issues of modern economics and management: a fresh look and new solutions. Collection of scientific papers based on the results of the international scientific and practical conference. 2016. pp. 23-26.

9. Chesnokova, E.A. International approaches (models) in the implementation of investment and construction projects / E. A. Chesnokova, A. S. Chesnokov, D. I. Makhinya // Construction and real estate. - 2022. - № 2 (11). - Pp. 134-140.

УДК 69.059.2

## МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ДЕФЕКТОВ В МАЛОЭТАЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ

И. А. Шипилова, П. В. Рындин

**Шипилова Ирина Алексеевна**, Воронежский государственный технический университет, кандидат юридических наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: 9202299190@mail.ru

**Рындин Павел Васильевич**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. змСЭН-231, E-mail: www.pashok.ry@mail.ru

**Аннотация:** в статье рассматриваются современные методы диагностики дефектов в малоэтажном строительстве, их классификация и эффективность применения в различных условиях. Проведен анализ статистических данных по типичным дефектам малоэтажных зданий за 2023-2024 годы, а также систематизированы основные методы инструментального и визуального контроля. Особое внимание уделяется неразрушающим методам исследования строительных конструкций, которые позволяют с высокой точностью определять наличие скрытых дефектов без нарушения целостности конструкций. Рассмотрены особенности применения акустических, электромагнитных, тепловизионных и радиационных методов диагностики. Показано, что комплексный подход к обследованию малоэтажных зданий с использованием современных диагностических технологий существенно повышает надежность выявления дефектов на ранних стадиях, что способствует предотвращению аварийных ситуаций и снижению затрат на последующий ремонт. Представлены результаты сравнительного анализа эффективности различных методов диагностики для выявления типичных дефектов в основных конструктивных элементах малоэтажных зданий, включая фундаменты, несущие и ограждающие конструкции, кровельные системы.

**Ключевые слова:** диагностика, дефекты, инструментальное обследование, тепловизионный контроль, ультразвуковая диагностика, строительная экспертиза.

## METHODS OF DIAGNOSING DEFECTS IN LOW-RISE CONSTRUCTION: MODERN APPROACHES AND TECHNOLOGIES

I. A. Shipilova, P. V. Ryndin

**Shipilova Irina Alekseevna**, Voronezh State Technical University, Candidate of Law Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, Organization of Construction, Expertise and Real Estate Management, E-mail: 9202299190@mail.ru

**Ryndin Pavel Vasilievich**, Voronezh State Technical University, Master's student gr. zmSEN-231, E-mail: www.pashok.ry@mail.ru

**Abstract:** the article examines modern methods of diagnosing defects in low-rise construction, their classification and effectiveness in various conditions. Statistical analysis of typical defects in low-rise buildings for 2023-2024 has been conducted, and the main methods of instrumental and visual inspection have been systematized. Special attention is paid to non-destructive methods of examining building structures, which allow high-

precision detection of hidden defects without compromising structural integrity. The features of acoustic, electromagnetic, thermal imaging, and radiation diagnostic methods are considered. It is shown that an integrated approach to the inspection of low-rise buildings using modern diagnostic technologies significantly increases the reliability of defect detection at early stages, which helps prevent emergency situations and reduce the cost of subsequent repairs. The results of a comparative analysis of the effectiveness of various diagnostic methods for identifying typical defects in the main structural elements of low-rise buildings, including foundations, load-bearing and enclosing structures, and roofing systems, are presented.

**Keywords:** diagnostics, defects, instrumental examination, thermal imaging, ultrasonic diagnostics, construction expertise.

Малоэтажное строительство в последние годы занимает значительную долю в общем объеме жилищного строительства в Российской Федерации. По данным Росстата, в 2023 году объем ввода малоэтажных жилых домов составил 42,3 млн кв. м, что составляет около 52% от общего объема введенного жилья [1]. При этом наблюдается устойчивая тенденция к повышению качества строительных работ и применению современных строительных материалов, однако проблема возникновения дефектов и повреждений в конструкциях малоэтажных зданий остается актуальной.

Анализ обращений в экспертные организации за 2023 год показывает, что наиболее распространенными дефектами в малоэтажном строительстве являются трещины в конструкциях (27,3%), дефекты гидроизоляции (21,5%), промерзание ограждающих конструкций (18,4%), неравномерная осадка фундаментов (15,7%), дефекты кровли (11,8%) и прочие дефекты (5,3%) [2]. Данная статистика подчеркивает необходимость разработки и совершенствования методов диагностики дефектов в малоэтажном строительстве, обеспечивающих высокую точность и достоверность результатов.

Современные методы диагностики дефектов строительных конструкций можно разделить на две основные группы: визуально-инструментальные и неразрушающие. Визуально-инструментальные методы основаны на непосредственном наблюдении и измерении параметров конструкций с использованием простейших измерительных приборов. Неразрушающие методы позволяют проводить исследование внутренней структуры материалов и конструкций без нарушения их целостности.

Важно отметить, что согласно ГОСТ 31937-2024 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния», обследование технического состояния зданий и сооружений должно проводиться в три этапа: подготовка к проведению обследования, предварительное (визуальное) обследование и детальное (инструментальное) обследование [3]. Такой подход обеспечивает комплексность и системность диагностики строительных конструкций.

В рамках визуально-инструментального обследования применяются такие методы, как измерение геометрических параметров конструкций, фиксация трещин и деформаций, определение отклонений от вертикали и горизонтали, измерение прогибов и выгибов. Для проведения этих исследований используются стандартные измерительные инструменты, такие как лазерные дальномеры, уровни, отвесы, штангенциркули, щупы для измерения ширины раскрытия трещин. Данные методы позволяют выявить видимые дефекты и отклонения от нормативных требований, однако не дают информации о скрытых дефектах и внутреннем состоянии конструкций.

Для более глубокой диагностики применяются неразрушающие методы контроля, которые можно разделить на следующие основные группы: акустические, электромагнитные, тепловые, радиационные и комбинированные. Выбор конкретного метода зависит от типа исследуемой конструкции, материала, из которого она изготовлена, а также характера предполагаемых дефектов.

Акустические методы основаны на регистрации параметров упругих волн, возникающих или возбуждаемых в объекте контроля. Наиболее распространенными акустическими методами являются ультразвуковой и импульсный. Ультразвуковой метод позволяет определять прочность бетона, выявлять скрытые дефекты (трещины, пустоты, расслоения), а также оценивать однородность материала. Метод основан на измерении скорости распространения ультразвуковых волн в материале конструкции. При наличии дефектов скорость распространения ультразвуковых волн изменяется, что позволяет локализовать дефект [4].

Точность определения прочности бетона ультразвуковым методом составляет 92-95% при использовании современного оборудования и правильной калибровки приборов. При этом эффективность выявления скрытых дефектов (пустот, трещин) достигает 87-90% в зависимости от их размера и расположения.

Электромагнитные методы основаны на взаимодействии электромагнитного поля с объектом контроля. К этой группе относятся магнитный, вихревоковый, электрический и электромагнитный (радиоволновой) методы. В малоэтажном строительстве наиболее часто применяется магнитный метод для определения положения арматуры в железобетонных конструкциях, а также толщины защитного слоя бетона. Вихревоковый метод используется для контроля металлических конструкций и выявления в них дефектов.

Тепловые методы основаны на регистрации тепловых полей объекта контроля. Основным тепловым методом является тепловизионный, который позволяет выявить места теплопотерь в ограждающих конструкциях, дефекты теплоизоляции, а также места протечек в кровлях и инженерных коммуникациях. Тепловизионное обследование проводится с использованием специальных приборов - тепловизоров, которые регистрируют инфракрасное излучение от поверхности обследуемого объекта и преобразуют его в видимое изображение -термограмму [5].

Тепловизионный метод позволяет выявить до 92% дефектов теплоизоляции ограждающих конструкций при соблюдении технологии проведения обследования и правильной интерпретации результатов. При этом метод особенно эффективен в холодное время года, когда разница температур внутреннего и наружного воздуха составляет не менее 20°C. [9]

Радиационные методы основаны на регистрации и анализе ионизирующего излучения после его взаимодействия с контролируемым объектом. В строительстве наиболее часто применяется радиографический метод, который позволяет выявлять внутренние дефекты в бетонных и железобетонных конструкциях, а также определять положение и диаметр арматуры. Метод основан на просвечивании контролируемого объекта рентгеновским или гамма-излучением и регистрации прошедшего излучения на детекторе (радиографической пленке или цифровом детекторе).

Однако радиационные методы имеют ограничения по применению из-за необходимости соблюдения требований радиационной безопасности, что особенно важно при проведении обследования эксплуатируемых зданий. По этой причине в малоэтажном строительстве радиационные методы применяются относительно редко, в основном для решения специальных задач, требующих высокой точности и достоверности результатов.

Одним из перспективных направлений развития методов диагностики дефектов в малоэтажном строительстве является применение комплексных методов, сочетающих несколько различных принципов неразрушающего контроля. Примером такого подхода является георадарное сканирование, которое основано на регистрации отражений электромагнитных импульсов от границ раздела сред с различными электрофизическими характеристиками.

Георадарное сканирование позволяет решать широкий спектр задач, включая определение толщины конструктивных слоев, выявление пустот и неоднородностей в грунте основания и фундаментах, обнаружение подземных коммуникаций и конструкций, а также

оценку влажности материалов. Метод не требует специальной подготовки поверхности и может применяться как для обследования новых, так и для эксплуатируемых зданий.

В 2023 году Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации был утвержден Свод правил СП 533.1325800.2023 «Конструкции строительные. Методы определения основных параметров с использованием цифровых технологий», который регламентирует применение современных цифровых технологий для диагностики строительных конструкций [6]. Документ устанавливает требования к применению лазерного сканирования, фотограмметрии, тепловизионного контроля, георадарного сканирования и других методов, что способствует стандартизации подходов к диагностике строительных конструкций и повышению достоверности результатов обследования.

Для диагностики дефектов фундаментов малоэтажных зданий применяются как традиционные методы (вскрытие шурфов, отбор образцов материалов для лабораторных исследований), так и современные неразрушающие методы. Среди последних наиболее эффективными являются георадарное сканирование, сейсмическое профилирование и электротомография грунтов основания.

Применение комплекса методов геофизических исследований позволяет с высокой точностью (до 85-90%) выявлять зоны разуплотнения грунта, пустоты под фундаментами, а также оценивать состояние материала фундаментов и их геометрические параметры без проведения масштабных вскрытий [7].

Для диагностики дефектов несущих и ограждающих конструкций малоэтажных зданий наиболее широко применяются ультразвуковые, тепловизионные и электромагнитные методы. Ультразвуковая диагностика позволяет оценить прочность материалов (бетона, кирпичной кладки), выявить скрытые трещины и расслоения. Тепловизионное обследование эффективно для выявления дефектов теплоизоляции, мест повышенных теплопотерь и зон увлажнения конструкций. Электромагнитные методы применяются для определения положения арматуры, закладных деталей и инженерных коммуникаций внутри конструкций.

Около 65% дефектов несущих конструкций малоэтажных зданий могут быть выявлены при помощи комплекса неразрушающих методов контроля, что значительно снижает трудоемкость и стоимость обследования по сравнению с традиционными методами, требующими вскрытия конструкций [10].

Для диагностики дефектов кровельных систем малоэтажных зданий наиболее эффективным является сочетание визуального обследования с применением тепловизионного контроля и методов электрического зондирования. Тепловизионное обследование позволяет выявить места протечек и увлажнения теплоизоляции, а методы электрического зондирования (например, метод импедансной дефектоскопии) эффективны для обнаружения мест нарушения гидроизоляционного ковра.

Особое внимание при диагностике дефектов в малоэтажном строительстве следует уделять оценке влажностного режима конструкций, так как повышенная влажность является одним из основных факторов, способствующих развитию различных дефектов и снижению долговечности зданий. Для оценки влажности применяются как контактные методы (емкостные и резистивные влагомеры), так и бесконтактные (микроволновые влагомеры, термогигрометры, инфракрасные влагомеры).

Важно отметить, что для повышения эффективности диагностики дефектов в малоэтажном строительстве необходимо применять комплексный подход, сочетающий различные методы контроля в зависимости от типа конструкций, материалов и характера предполагаемых дефектов. Такой подход позволяет получить максимально полную информацию о техническом состоянии здания и разработать эффективные рекомендации по устранению выявленных дефектов.

В последние годы все более широкое распространение получают цифровые технологии диагностики дефектов, включая системы автоматизированного анализа данных обследования с применением алгоритмов искусственного интеллекта и машинного обучения. Такие системы позволяют автоматизировать процесс выявления дефектов и оценки их влияния на техническое состояние здания, что значительно повышает эффективность диагностики и снижает вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором [8].

Программные комплексы для автоматизации процесса обработки и анализа данных обследования строительных конструкций используют алгоритмы компьютерного зрения для автоматического распознавания и классификации дефектов на фотографиях конструкций, а также для анализа данных инструментального контроля. Точность выявления дефектов с использованием таких систем составляет 85-90%, что сопоставимо с результатами работы опытных экспертов [11].

По итогам анализа представим вышеупомянутые методы на схематичном изображении на рисунке 1.



**Рис. 1. Схема методов диагностики дефектов в малоэтажном строительстве**

Перспективным направлением развития методов диагностики дефектов является применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для обследования труднодоступных элементов зданий, таких как кровли, фасады, дымовые трубы и т.д. БПЛА, оснащенные высококачественными камерами и тепловизорами, позволяют получать детальные изображения конструкций с различных ракурсов без необходимости установки строительных лесов или использования автоподъемников, что значительно снижает трудоемкость и стоимость обследования.

Применение БПЛА для обследования кровель и фасадов малоэтажных зданий позволяет снизить трудоемкость работ на 60-70% и повысить детализацию получаемых результатов по сравнению с традиционными методами обследования [9].

В заключение следует отметить, что эффективная диагностика дефектов в малоэтажном строительстве возможна только при комплексном применении различных методов исследования, учитывающих особенности конструкций, материалов и условий эксплуатации зданий. Современные технологии неразрушающего контроля, цифровые

методы анализа данных и автоматизированные системы обработки результатов обследования позволяют значительно повысить качество и достоверность диагностики, что в свою очередь способствует своевременному выявлению и устранению дефектов, повышению надежности и долговечности малоэтажных зданий.

### Список литературы

1. О жилищном строительстве в Российской Федерации в 2023 году [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/jil\\_stroi\\_2023.pdf](http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/jil_stroi_2023.pdf) (дата обращения: 25.10.2025).
2. Пугач, Д. В. Причины образования трещин в стенах малоэтажных каменных зданий из силикатного кирпича / Д. В. Пугач, В. Н. Деркач // Вестник Брестского государственного технического университета. - 2023. - №1(130). - С. 60-63.
3. ГОСТ 31937-2024. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – Москва: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Изд. официальное, 2024. - 69 с.
4. ВСН 11-75/МО СССР. Руководство по применению неразрушающих методов испытаний и контроля качества строительства и эксплуатационной пригодности сооружений Министерства обороны СССР. – Москва: Военное издательство Министерства обороны СССР, 1977. 30 с.
5. ГОСТ Р 54852-2021. Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций. – Москва: Стандартинформ: Изд. официальное, 2021. - 48 с.
6. СП 533.1325800.2024. Градостроительство. Модель городской среды малоэтажная. Правила проектирования : издание официальное : утв. приказом Госстрой России от 23 января 2024 г. № 35/пр : дата введ. 2024-01-23 / разработан АО «ЦНИИП - Москва. : Министерство регионального развития Российской Федерации. – 264 с.
7. Сухинин, Д. А. Геофизические методы по оценке параметров фундаментов зданий и сооружений: реферативная работа / Д. А. Сухинин; Пермский государственный технический университет. - Пермь, 2010. - 8 с.
8. Медынцев, А. А. Использование цифровых технологий в управлении эксплуатацией зданий и сооружений / А. А. Медынцев, Н. В. Князева // Строительство и архитектура. - 2024. - № 3. - С. 4-4.
9. Шишкин, А. В. Разработка методики определения теплотехнических характеристик ограждающих конструкций при наружном обследовании методом тепловизионной съемки: дис. ... канд. техн. наук / А. В. Шишкин. - Москва, 2004. - 131 с.
10. Ушаков, И. И. Диагностика строительных конструкций. Научные основы диагностики: учеб. пособие для студ. строит. спец. / И. И. Ушаков; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. - Воронеж, 2008. - 150 с.
11. Меретджаева, Г. Применение искусственного интеллекта для контроля качества строительных материалов / Г. Меретджаева, А. Оразгелдиев, С. Какабаев // Вестник науки. - 2025. - № 5 (86). - Том 3. - С. 61-68.

### List of references

1. On housing construction in the Russian Federation in 2023 [Electronic resource]: Access mode: URL: [http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/jil\\_stroi\\_2023.pdf](http://ssl.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/jil_stroi_2023.pdf) (accessed: 25.10.2025).
2. Pugach, D. V. Causes of cracks in the walls of low-rise stone buildings made of silicate bricks / D. V. Pugach, V. N. Derkach // Bulletin of the Brest State Technical University. - 2023. - No. 1(130). - Pp. 60-63.

3. GOST 31937-2024. Buildings and structures. Rules for inspection and monitoring of technical condition. – Moscow: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification: Official Edition, 2024. - 69 p.
4. VSN 11-75/MO USSR. Guide to the Application of Non-Destructive Testing Methods and Quality Control of Construction and Operational Suitability of Facilities of the USSR Ministry of Defense. – Moscow: Military Publishing House of the USSR Ministry of Defense, 1977. 30 p.
5. GOST R 54852-2021. Buildings and structures. Method of thermal imaging control of the quality of thermal insulation of enclosing structures. – Moscow: Standartinform: Official edition, 2021. - 48 p.
6. SP 533.1325800.2024. Urban planning. Low-rise urban environment model. Design rules : official publication : approved by the order of Gosstroy of Russia dated January 23, 2024 No. 35/pr : date of introduction. 2024-01-23 / developed by JSC TSNIIP - Moscow. : Ministry of Regional Development of the Russian Federation. 264 p.
7. Sukhinin, D. A. Geophysical methods for estimating the parameters of foundations of buildings and structures: abstract / D. A. Sukhinin; Perm State Technical University. - Perm, 2010. - 8 p.
8. Medyntsev, A. A. Use of digital technologies in management of operation of buildings and structures / A. A. Medyntsev, N. V. Knyazeva // Construction and architecture. - 2024. - No. 3. - P. 4-4.
9. Shishkin, A. V. Development of a methodology for determining the thermal characteristics of building envelopes during external inspection using thermal imaging: dissertation. ... Candidate of Technical Sciences / A. V. Shishkin. - Moscow, 2004. - 131 p.
10. Ushakov, I. I. Diagnostics of Building Structures. Scientific Foundations of Diagnostics: Textbook. Manual for Students of Construction. special. / I. I. Ushakov; Voronezh. state. arch.-constr. un-t. - Voronezh, 2008. - 150 p.
11. Meretdjaeva, G. Application of artificial intelligence for quality control of construction materials / G. Meretdjaeva, A. Orazgeldiev, S. Kakabaev // Bulletin of science. - 2025. - No. 5 (86). - Volume 3. - Pp. 61-68.

УДК 69.059.1

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

И. А. Шипилова, М. В. Семенов

**Шипилова Ирина Алексеевна**, Воронежский государственный технический университет, кандидат юридических наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: 9202299190@mail.ru

**Семенов Максим Владимирович**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. змСЭН-231, E-mail: maksqqq87@gmail.com

**Аннотация:** статья посвящена исследованию современных автоматизированных систем мониторинга технического состояния несущих конструкций высотных зданий. Рассмотрены нормативные требования к организации мониторинга уникальных и технически сложных объектов строительства. Проанализированы основные компоненты автоматизированных систем мониторинга, включая датчики различного типа, коммуникационное оборудование и программно-аналитические комплексы. Представлена классификация систем мониторинга по принципу работы, назначению и охватываемым параметрам. Особое внимание уделено интеграции систем мониторинга с BIM-моделями для создания цифровых двойников зданий, позволяющих прогнозировать поведение конструкций при различных воздействиях. На основе анализа практики внедрения систем мониторинга на объектах высотного строительства в России и за рубежом определены критерии эффективности данных систем и факторы, влияющие на достоверность получаемых результатов. Предложены рекомендации по проектированию и эксплуатации автоматизированных систем мониторинга с учетом современных тенденций развития информационных технологий и строительной отрасли. Обоснована экономическая целесообразность внедрения систем непрерывного мониторинга для обеспечения безопасности и продления срока службы высотных зданий.

**Ключевые слова:** высотные здания, автоматизированный мониторинг, несущие конструкции, датчики деформаций, наклонометры, BIM-технологии.

## AUTOMATED MONITORING SYSTEMS FOR THE TECHNICAL CONDITION OF LOAD-BEARING STRUCTURES IN HIGH-RISE BUILDINGS

I. A. Shipilova, M. V. Semenov

**Shipilova Irina Alekseevna**, Voronezh State Technical University, Candidate of Law Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, Organization of Construction, Expertise and Real Estate Management, E-mail: 9202299190@mail.ru

**Semenov Maksim Vladimirovich**, Voronezh State Technical University, Master's student gr. змSEN-231, E-mail: maksqqq87@gmail.com

**Abstract:** the article is devoted to the study of modern automated systems for monitoring the technical condition of load-bearing structures in high-rise buildings. Regulatory requirements for monitoring unique and technically complex construction projects are considered. The main components of automated monitoring systems are analyzed,

including various types of sensors, communication equipment, and software-analytical complexes. A classification of monitoring systems based on operating principle, purpose, and covered parameters is presented. Special attention is paid to the integration of monitoring systems with BIM models to create digital twins of buildings that allow predicting the behavior of structures under various influences. Based on an analysis of the practice of implementing monitoring systems in high-rise construction projects in Russia and abroad, criteria for the effectiveness of these systems and factors affecting the reliability of the results obtained are determined. Recommendations for the design and operation of automated monitoring systems are proposed, taking into account current trends in the development of information technologies and the construction industry. The economic feasibility of implementing continuous monitoring systems to ensure safety and extend the service life of high-rise buildings is substantiated.

**Keywords:** high-rise buildings, automated monitoring, load-bearing structures, strain sensors, inclinometers, accelerometers, BIM technologies.

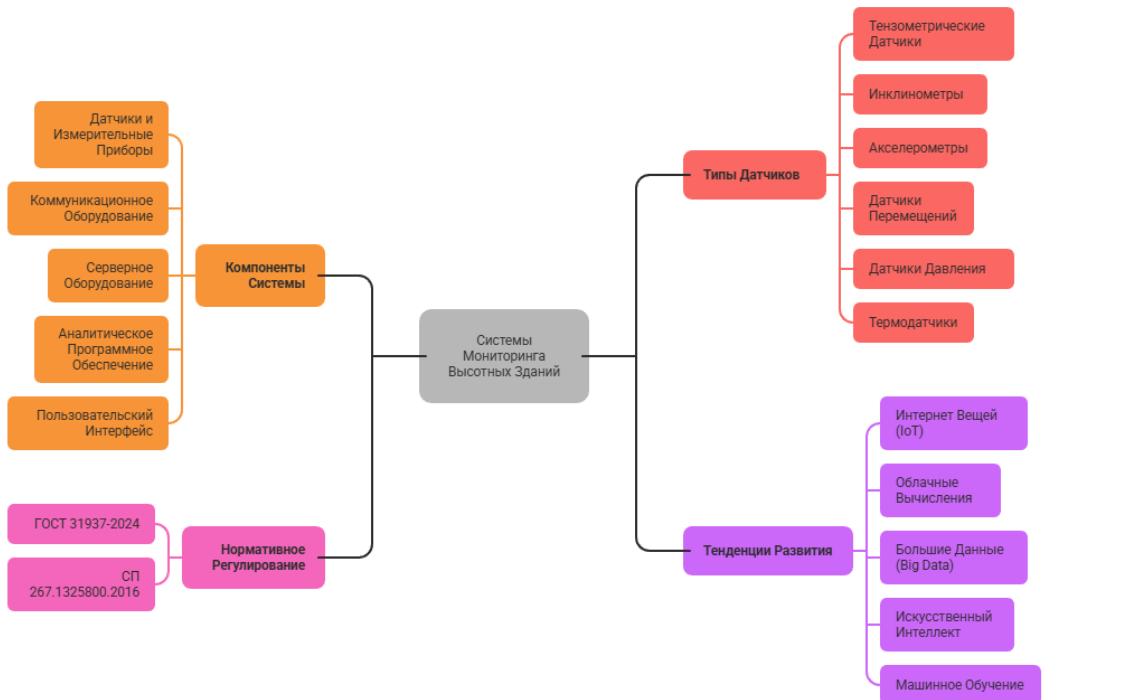
Интенсивное развитие высотного строительства в крупных городах России и мира обуславливает повышенные требования к безопасности и надежности несущих конструкций зданий. Проектирование высотных зданий - одно из наиболее актуальных и перспективных направлений современной архитектуры. Согласно данным «Совета по высотным зданиям и городской среде (СТВУН - Council on Tall Buildings and Urban Habitat)», на начало 2023 г. лидирующие позиции по количеству небоскребов и темпам их строительства занимают Китай, США и ОАЭ. В России за этот же период было введено в эксплуатацию 8 высотных зданий, превышающих отметку 100 метров [1]. Рост количества и высотности зданий сопровождается усложнением их конструктивных схем, увеличением нагрузок на несущие элементы и повышением уровня ответственности сооружений.

Высотные здания подвержены воздействию множества факторов, включая ветровые и сейсмические нагрузки, неравномерные осадки основания, температурные деформации, вибрационные воздействия от внешних источников и инженерного оборудования здания. Эти факторы могут вызывать изменения напряженно-деформированного состояния конструкций, которые при определенных условиях могут привести к снижению эксплуатационных характеристик здания или даже к аварийным ситуациям. В связи с этим особую актуальность приобретает внедрение систем непрерывного мониторинга технического состояния несущих конструкций, позволяющих в режиме реального времени отслеживать изменения параметров и своевременно выявлять потенциально опасные ситуации.

Нормативное регулирование мониторинга технического состояния зданий в России осуществляется рядом документов, ключевым из которых является ГОСТ 31937-2024 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» [2]. Согласно данному документу, для уникальных и технически сложных объектов, к которым относятся высотные здания, обязательным является организация системы мониторинга на всех этапах жизненного цикла объекта. При этом выделяют несколько видов мониторинга: геотехнический (для контроля состояния оснований и фундаментов), общий (для контроля общего состояния несущих конструкций), динамический (для контроля динамических характеристик здания) и специальный (для контроля отдельных параметров, характерных для конкретного объекта).

Дополнительные требования к системам мониторинга высотных зданий установлены в СП 267.1325800.2016 «Здания и комплексы высотные. Правила проектирования» [3]. Согласно этому документу, для зданий высотой более 100 метров обязательным является организация автоматизированной системы мониторинга инженерных конструкций (СМИК), которая должна включать подсистемы контроля деформаций, кренов, вибраций, а также

подсистему мониторинга изменений напряженно-деформированного состояния конструкций (рис. 1).



**Рис. 1. Системы мониторинга высотных зданий**

Автоматизированная система мониторинга технического состояния несущих конструкций представляет собой комплекс технических и программных средств, обеспечивающих сбор, передачу, обработку и анализ данных о состоянии конструкций. Типовая система включает следующие основные компоненты:

1. датчики и измерительные приборы, устанавливаемые на конструкциях здания;
2. коммуникационное оборудование для передачи данных от датчиков к центральному серверу;
3. серверное оборудование и программное обеспечение для сбора, хранения и обработки данных;
4. аналитическое программное обеспечение для анализа данных и выявления аномалий;
5. пользовательский интерфейс для визуализации данных и информирования персонала о состоянии конструкций.

В современных системах мониторинга используются различные типы датчиков и измерительных приборов, выбор которых определяется контролируемыми параметрами и особенностями объекта. Основными типами датчиков являются:

1. Тензометрические датчики, предназначенные для измерения деформаций конструкций. Современные тензодатчики способны измерять деформации с точностью до 1 мкм/м и передавать данные в режиме реального времени. Они устанавливаются на ключевых несущих элементах, таких как колонны, балки, плиты перекрытий, и позволяют контролировать напряженное состояние конструкций.

2. Инклинометры (наклономеры), измеряющие углы наклона конструкций относительно вертикали. Они используются для контроля кренов здания в целом и отдельных конструктивных элементов. Современные инклинометры обеспечивают точность измерения до 0,001 градуса, что позволяет выявлять даже незначительные изменения положения конструкций.

3. Акселерометры, регистрирующие ускорения при колебаниях конструкций. Эти датчики используются для контроля динамических характеристик здания, таких как частоты и формы собственных колебаний, демпфирующие свойства конструкций. Особенно важным является контроль этих параметров при действии ветровых и сейсмических нагрузок.

4. Датчики перемещений (линейные и угловые), измеряющие взаимные перемещения конструктивных элементов. Они устанавливаются в местах предполагаемых деформаций, таких как деформационные швы,стыки элементов, узловые соединения.

5. Датчики давления, контролирующие давление грунта на фундаменты и подземные конструкции. Эти датчики являются важной частью системы геотехнического мониторинга и позволяют оценивать взаимодействие здания с основанием.

6. Термодатчики, измеряющие температуру конструкций. Контроль температурного режима конструкций необходим для учета температурных деформаций при анализе общего напряженно-деформированного состояния здания.

Данные от датчиков передаются на центральный сервер через проводные или беспроводные каналы связи. В современных системах все чаще применяются беспроводные технологии передачи данных, такие как LoRaWAN, NB-IoT, Zigbee, которые обеспечивают низкое энергопотребление и высокую надежность передачи данных даже в сложных условиях городской застройки [4]. При этом система должна обеспечивать бесперебойную работу даже при отключении электроэнергии, для чего используются источники бесперебойного питания и автономные источники энергии.

Программное обеспечение для обработки и анализа данных представляет собой ключевой компонент системы мониторинга. Оно обеспечивает сбор данных с датчиков, их первичную обработку, хранение в базе данных, анализ и визуализацию. Современные программные комплексы используют алгоритмы машинного обучения и искусственного интеллекта для выявления аномалий и прогнозирования поведения конструкций. При этом система способна адаптироваться к изменяющимся условиям и учитывать сезонные колебания параметров.

Особенно важным аспектом является интеграция системы мониторинга с информационной моделью здания (BIM), что позволяет создавать так называемый «цифровой двойник» объекта. Цифровой двойник представляет собой виртуальную копию здания, которая в режиме реального времени отражает фактическое состояние конструкций на основе данных, получаемых с датчиков. Это позволяет не только визуализировать данные мониторинга, но и моделировать поведение здания при различных сценариях воздействий, что значительно повышает эффективность управления техническим состоянием объекта.

По принципу работы системы мониторинга можно разделить на периодические и непрерывные. Периодические системы предполагают проведение измерений через определенные интервалы времени (например, раз в сутки или раз в неделю) и используются для объектов с относительно стабильным состоянием. Непрерывные системы обеспечивают постоянный контроль параметров в режиме реального времени и применяются для наиболее ответственных объектов или в случаях, когда выявлены потенциально опасные процессы.

По охватываемым параметрам системы мониторинга можно классифицировать следующим образом:

1. Системы деформационного мониторинга, контролирующие деформации, перемещения и крены конструкций.

2. Системы вибрационного мониторинга, контролирующие динамические характеристики здания.

3. Системы геотехнического мониторинга, контролирующие состояние оснований и фундаментов.

4. Комплексные системы, обеспечивающие контроль всех перечисленных параметров.

Практика внедрения систем автоматизированного мониторинга на объектах высотного строительства в России и за рубежом демонстрирует их высокую эффективность в обеспечении безопасной эксплуатации зданий. Одним из наиболее показательных примеров является система мониторинга, реализованная на небоскребе Burj Khalifa в Дубае (ОАЭ), высота которого составляет 828 метров. Система включает более 3000 датчиков различного типа, которые контролируют деформации, вибрации, крены и другие параметры. Благодаря этой системе были выявлены и устраниены несколько потенциально опасных ситуаций, связанных с ветровыми воздействиями и температурными деформациями.

В России наиболее развитые системы мониторинга реализованы на объектах Московского международного делового центра «Москва-Сити», где контролируются не только отдельные здания, но и их взаимное влияние друг на друга. Например, на башне «Федерация» установлено более 500 датчиков различного типа, которые контролируют деформации, крены, вибрации и другие параметры. Система позволяет оценивать влияние ветровых нагрузок на конструкции и прогнозировать их поведение при экстремальных воздействиях [5].

На основе анализа практики внедрения систем мониторинга можно выделить следующие критерии их эффективности:

1. Надежность и отказоустойчивость системы, обеспечивающие бесперебойную работу даже в условиях чрезвычайных ситуаций.
2. Точность и достоверность получаемых данных, которые зависят от качества используемых датчиков и методов их установки.
3. Оперативность обработки и анализа данных, позволяющая своевременно выявлять аномалии и принимать меры по предотвращению развития опасных ситуаций.
4. Интеграция с другими системами здания, включая системы управления инженерным оборудованием, системы безопасности и информационные модели.
5. Масштабируемость системы, обеспечивающая возможность ее расширения и модернизации в процессе эксплуатации здания.

При проектировании и внедрении систем мониторинга необходимо учитывать ряд факторов, влияющих на достоверность получаемых результатов. К ним относятся:

Влияние внешних факторов на работу датчиков, включая температурные воздействия, электромагнитные помехи, вибрации от инженерного оборудования. Для минимизации этих влияний используются специальные методы установки датчиков, экранирование, температурная компенсация и другие технические решения.

Влияние нелинейности поведения конструкций, особенно при экстремальных воздействиях. Для учета этого фактора используются сложные математические модели, учитывающие нелинейные свойства материалов и конструкций.

Влияние погрешностей установки датчиков и калибровки измерительной аппаратуры. Для обеспечения высокой точности измерений необходимо строгое соблюдение технологии установки датчиков и периодическая калибровка оборудования.

Влияние сезонных колебаний параметров, которые могут быть ошибочно интерпретированы как аномалии. Для исключения ложных срабатываний системы необходимо учитывать сезонные факторы при анализе данных мониторинга.

Современные тенденции развития систем мониторинга связаны с применением новых технологий сбора и обработки данных. В частности, все более широкое применение находят технологии интернета вещей (IoT), облачные вычисления, большие данные (Big Data), искусственный интеллект и машинное обучение. Эти технологии позволяют создавать более эффективные и интеллектуальные системы мониторинга, способные не только выявлять аномалии, но и прогнозировать поведение конструкций в будущем.

Одной из наиболее перспективных технологий является применение распределенных волоконно-оптических датчиков, которые позволяют контролировать деформации и температуру вдоль протяженных конструкций с высоким пространственным

разрешением. Такие системы уже применяются для мониторинга состояния фундаментов, несущих колонн и перекрытий высотных зданий. Например, на башне Shanghai Tower в Китае (высота 632 метра) установлена система распределенных волоконно-оптических датчиков общей протяженностью более 30 километров, которая контролирует деформации конструкций по всей высоте здания с разрешением до 0,5 метра [6].

Другой перспективной технологией является применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для периодического обследования фасадов и других труднодоступных элементов высотных зданий. БПЛА, оснащенные высокоразрешающими камерами и другими сенсорами, могут выполнять регулярные облеты здания по заданной траектории, фиксировать состояние конструкций и выявлять визуальные признаки дефектов. Полученные данные могут быть интегрированы с информационной моделью здания и использованы для планирования профилактического обслуживания.

Экономическая целесообразность внедрения систем автоматизированного мониторинга обусловлена несколькими факторами. Во-первых, своевременное выявление и устранение дефектов позволяет избежать дорогостоящих ремонтов и продлить срок службы конструкций. По данным исследований, затраты на устранение дефектов, выявленных на ранней стадии, в 5-10 раз ниже, чем затраты на устранение развивающихся дефектов, которые привели к серьезным повреждениям конструкций [7].

Во-вторых, система мониторинга позволяет оптимизировать эксплуатационные расходы за счет перехода от планово-предупредительного обслуживания к обслуживанию по фактическому состоянию. Это особенно важно для высотных зданий, где стоимость обслуживания и ремонта конструкций может быть очень высокой из-за сложности доступа к ним.

В-третьих, наличие системы мониторинга повышает инвестиционную привлекательность объекта недвижимости, так как обеспечивает прозрачность информации о его техническом состоянии и снижает риски для потенциальных инвесторов и арендаторов.

Затраты на внедрение системы мониторинга составляют, по оценкам экспертов, 0,5-2% от общей стоимости строительства высотного здания, в зависимости от его высоты, сложности и объема контролируемых параметров [8]. При этом экономический эффект от внедрения системы за счет предотвращения аварийных ситуаций, оптимизации эксплуатационных расходов и повышения инвестиционной привлекательности объекта значительно превышает эти затраты.

На основе анализа опыта проектирования и эксплуатации систем мониторинга можно сформулировать следующие рекомендации:

1. Проектирование системы мониторинга должно начинаться на ранних этапах проектирования здания, что позволит оптимально разместить датчики и коммуникационное оборудование, а также учесть их влияние на архитектурный облик и инженерные системы.

2. Выбор контролируемых параметров и точек контроля должен основываться на результатах расчетного анализа напряженно-деформированного состояния конструкций с учетом всех возможных воздействий.

3. Система должна быть масштабируемой и адаптивной, что позволит расширять и модифицировать ее в процессе эксплуатации здания в соответствии с изменяющимися требованиями и условиями.

4. Программное обеспечение системы должно обеспечивать не только сбор и визуализацию данных, но и их интеллектуальный анализ с использованием алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта.

5. Система должна быть интегрирована с информационной моделью здания (BIM) и другими информационными системами, что позволит создать единое информационное пространство для управления техническим состоянием объекта.

6. Особое внимание должно уделяться защите данных от несанкционированного доступа и обеспечению информационной безопасности системы в целом.

7. Эксплуатация системы должна осуществляться квалифицированным персоналом, прошедшим специальную подготовку. При этом должны быть разработаны четкие регламенты действий в случае выявления аномалий и потенциально опасных ситуаций.

Таким образом, автоматизированные системы мониторинга технического состояния несущих конструкций являются важным компонентом обеспечения безопасности и надежности высотных зданий. Их внедрение позволяет своевременно выявлять потенциально опасные ситуации, прогнозировать поведение конструкций при различных воздействиях и оптимизировать эксплуатационные расходы. Современные тенденции развития таких систем связаны с применением новых технологий сбора и обработки данных, интеграцией с информационными моделями зданий и созданием цифровых двойников объектов. Экономическая целесообразность внедрения систем мониторинга обусловлена снижением рисков аварийных ситуаций, оптимизацией эксплуатационных расходов и повышением инвестиционной привлекательности объектов недвижимости.

### **Список литературы**

1. Болдырева, П. С. Особенности формирования архитектурно-художественной композиции современных небоскребов / П. С. Болдырева // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2023. – № 3. – С. 74–79.
2. ГОСТ 31937-2024. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – Москва: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Изд. официальное, 2024. – 69 с.
3. СП 267.1325800.2016. Здания и комплексы высотные. Правила проектирования Свод правил: издание официальное: утв. Приказом Минстроя России от 30 Декабря 2016 N 1032/пр : дата введ. 2017-07-01. – Москва: Минстрой России. – 145 с.
4. Фам Ван Дай Разработка моделей и методов маршрутизации в энергоэффективных ячеистых сетях дальнего радиуса действия: дис. ... канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2021. – С. 14–16.
5. Шулятев, О. А. Проектирование и строительство фундаментов объектов ММДЦ «Москва-СИТИ» / О. А. Шулятев // Проектирование и строительство фундаментов объектов ММДЦ «Москва-СИТИ»: монография. – Москва, 2016. – С. 47–49.
6. Su, J. Structural performance monitoring system of Shanghai Tower / J. Su, Y. Xia, L. Chen [и др.] // Structural Health Monitoring System for Shanghai Tower. – 2013. – С. 5–7.
7. Чиченев, Н. А. Снижение внеплановых простоев оборудования при проведении ремонтов и модернизации на основе прочностного анализа / Н. А. Чиченев, С. М. 8. Горбатюк, Т. Ю. Горовая, А. Н. Фортунатов // Инновации в металлургическом промышленном и лабораторном оборудовании, технологиях и материалах. – 2022. – № 1. – С. 1–7.
8. Антоненко, А. О. Анализ современных подходов к мониторингу технического состояния зданий и сооружений / А. О. Антоненко, Т. А. Низина // Техническая механика и строительство. – 2025. – № 2. – С. 3–10.

### **List of references**

1. Boldyreva, P. S. Features of the formation of the architectural and artistic composition of modern skyscrapers / P. S. Boldyreva // Academic bulletin of UralNIIProekt RAASN. – 2023. – No. 3. – pp. 74-79.
2. GOST 31937-2024. Buildings and structures. Rules for inspection and monitoring of technical condition. Moscow: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification: Official Publishing House, 2024. 69 p.

3. SP 267.1325800.2016. High-rise buildings and complexes. Design rules Set of rules: official publication: approved by By Order of the Ministry of Construction of the Russian Federation dated December 30, 2016 N 1032/pr : date of introduction. 2017-07-01. – Moscow: Ministry of Construction of Russia. – 145 p .
4. Pham Van Dai Development of routing models and methods in energy-efficient long-range mesh networks: dis. ... Candidate of Technical Sciences. – St. Petersburg, 2021. – pp. 14-16.
5. Shulyatev, O. A. Design and construction of foundations of the Moscow City MMDC facilities / O. A. Shulyatev // Design and construction of foundations of the Moscow CITY MMDC facilities: monograph. Moscow, 2016. pp. 47-49.
6. Su, J. Structural performance monitoring system of Shanghai Tower / J. Su, Y. Xia, L. Chen [et al.] // Structural Health Monitoring System for Shanghai Tower. - 2013. – p. 5-7.
7. Chichenev, N. A. Reduction of unplanned equipment downtime during repairs and upgrades based on strength analysis / N. A. Chichenev, S. M. Gorbatyuk, T. Y. Gorovaya, A. N. Fortunatov // Innovations in metallurgical industrial and laboratory equipment, technologies and materials. – 2022. – No. 1. – pp. 1-7.
8. Antonenko, A. O. Analysis of modern approaches to monitoring the technical condition of buildings and structures / A. O. Antonenko, T. A. Nizina // Technical mechanics and construction. – 2025. – No. 2. – pp. 3-10.

## РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 332.7

### РЫНОК СКЛАДСКОЙ НЕДВИЖИМОСТИ - ЦЕНООБРАЗУЮЩИЕ ФАКТОРЫ И КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ С УЧЕТОМ ИХ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ

**В. М. Круглякова, М. Н. Здоровцова**

---

**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)

**Здоровцова Марина Николаевна**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. змСЭН-241, E-mail: [m.tomilina@yandex.ru](mailto:m.tomilina@yandex.ru)

---

**Аннотация:** развитие рынка купли-продажи и аренды складских помещений в современных условиях сопровождается многообразием форм арендных отношений и ростом объемов нового строительства складских объектов на территории всей страны с целью их продажи или сдачи в аренду. Активное развитие рынка складской недвижимости в последние годы связано с ростом объемов продаж через маркетплейсы и другие формы он-лайн торговли, включая продовольственных ритейлеров, операторов бытовой техники, мебели и других товарных групп. Описание и систематизация объектов складской недвижимости, представленных объектами различного типа и воспринимающихся участниками рынка по-разному, могут быть обеспечены на основе разработки современной классификации объектов по различным признакам, влияющим как на условия эксплуатации и обслуживания складских комплексов, так и на их стоимость. В настоящей статье представлена авторская классификация складских комплексов, на основе которой может быть разработана система ценообразующих факторов, применяющаяся в рамках инвестиционно-строительной деятельности и в составе процесса оценки недвижимости соответствующего типа. В составе представленной в статье классификации особый акцент сделан авторами на систематизации конструктивных особенностей современных объектов складского назначения. Отмечена их важность для стоимостной оценки, что обусловлено их прямым влиянием на функциональность, востребованность на рынке и уровень доходности объекта.

**Ключевые слова:** складская недвижимость, классификация, ценообразующие факторы, конструктивные особенности, рынок недвижимости, строительство.

### WAREHOUSE REAL ESTATE MARKET - CLASSIFICATION BY STRUCTURAL PARAMETERS OF OBJECTS

**V. M. Kruglyakova, M. N. Zdorovtsova**

---

**Kruglyakova Victoria 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](mailto:vinikat@mail.ru)

**Zdorovtsova Marina Nikolaevna**, Voronezh State Technical University, Master's student, zmSEN-241, E-mail: [m.tomilina@yandex.ru](mailto:m.tomilina@yandex.ru)

---

**Abstract:** the development of the market for the sale and lease of warehouse premises in modern conditions is accompanied by a variety of forms of lease relations and an increase in the volume of new construction of warehouse facilities throughout the country for the purpose of their sale or lease. The active development of the warehouse real estate market in recent years has been associated with an increase in sales through marketplaces and other forms of online trading, including food retailers, operators of household appliances, furniture and other product groups. Description and systematization of warehouse real estate objects, represented by objects of various types and perceived by market participants in different ways, can be provided based on the development of a modern classification of objects according to various criteria that affect both the operating and maintenance conditions of warehouse complexes and their cost. This article presents the author's classification of warehouse complexes, on the basis of which a system of price-forming factors can be developed that is used in the framework of investment and construction activities and as part of the process of evaluating real estate of the appropriate type. As part of the classification presented in the article, special emphasis is placed by the authors on the systematization of the design features of modern warehouse facilities. Their importance for valuation is noted, due to their direct impact on the functionality, market demand and profitability of the facility.

**Keywords:** warehouse real estate, classification, price-forming factors, design features, real estate market, construction.

Тенденции последних лет показывают, что спрос на качественные и функциональные складские помещения продолжает расти, это обусловлено, в том числе увеличением объемов онлайн-торговли и необходимости оптимизации логистических процессов. В настоящее время в мировой практике и отечественном бизнесе прослеживается устойчивая тенденция к увеличению объема и повышению качества логистического сервиса. Ценообразующие факторы и классификация объектов играют ключевую роль при определении стоимости складской недвижимости [1].

Складские помещения являются стратегически важным элементом логистической и производственной цепочки, их эффективная организация напрямую влияет на скорость, стоимость и надёжность поставок.

Краткое определение складской недвижимости можно сформулировать следующим образом: это специальные здания, строения, сооружения, помещения, открытые площадки или их части, обустроенные для целей хранения товаров и выполнения складских операций (к складским операциям относят операции по приему, сортировке, комплектации, упаковке, отпуску, отгрузке) [2].

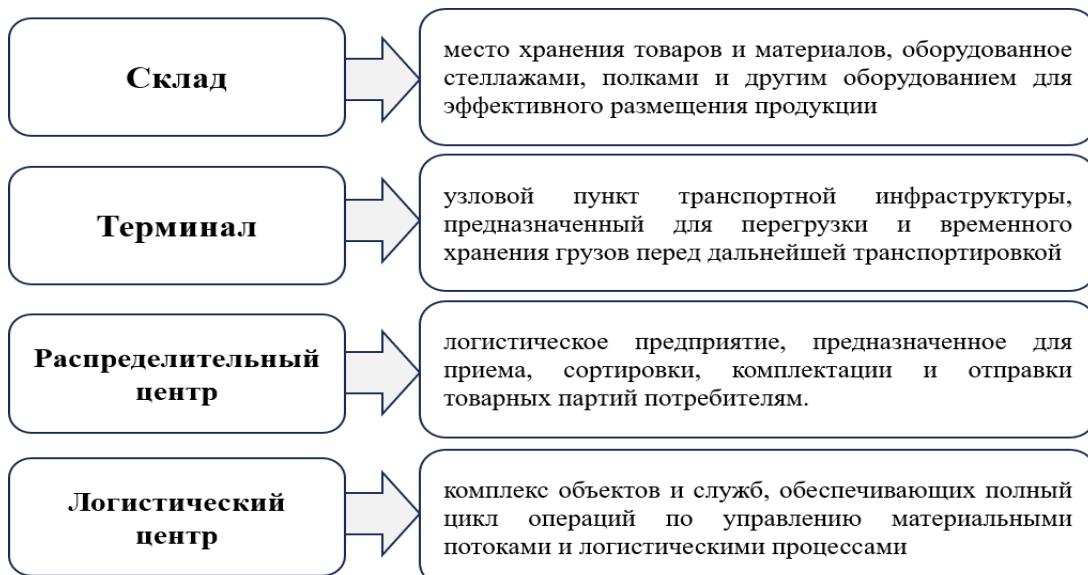
Правильный выбор склада - это залог эффективности логистики и ключевой фактор в снижении логистических издержек. В 2025 году требования к складам усложнились: бизнесу необходимы не просто помещения для хранения, а оптимальные логистические решения.

Классификация складских помещений играет важную роль при оценке недвижимости по нескольким причинам, представленным на рисунке 1 [3].



**Рис. 1. Основные критерии определения значимости классификации складской недвижимости**

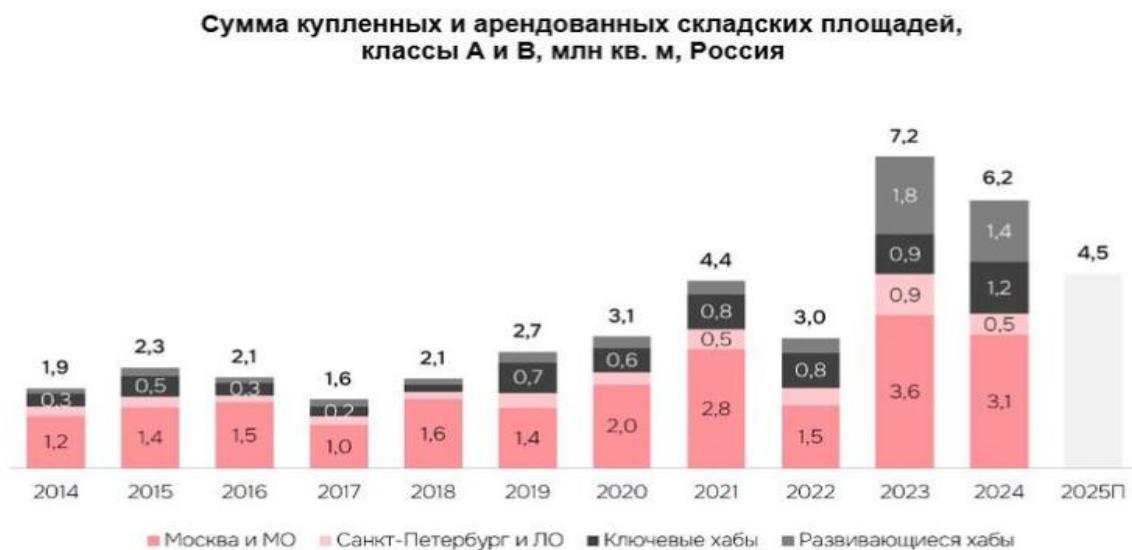
Определения терминов «склад», «терминал», «распределительный центр», «логистический центр» можно найти у разных авторов. Склад, терминал, распределительный центр и логистический центр - это общая группа объектов, на базе которых осуществляются похожие операции [4,5]. Их владельцы преследуют общую цель, но при этом объекты имеют различную инфраструктуру и масштабы рынка. Каждый из этих объектов играет свою роль в цепочке поставок товаров и материалов. Существуют ряд наиболее распространенных вариантов интерпретации вышеуказанных основных терминов, данные понятия раскрыты на рисунке 2.



**Рис. 2. Основные типы складской недвижимости**

Существует огромное множество различных складских помещений, которые систематизируются относительно формы собственности, функциональному назначению, виду продукции, виду складских зданий и сооружений, степени механизации, локации, специализации т.д. Определить, какой именно слад необходим для бизнеса, возможно лишь сопоставив все требования, предъявляемые к доставке и хранению товара.

Рынок производственно-складской недвижимости динамично развивается. Со временем разработки действующих классификаций претерпели значительные изменения технологии строительства, строительные материалы, технические требования к складским зданиям. Параметры, уникальные 5-10 лет назад сейчас уже стали общепринятыми. Актуальная классификация объектов нужна с тем, чтобы девелоперы, заказчики и строители могли при формировании проекта подразумевать одно и то же, а также сравнивать и проводить оценку сопоставимых объектов. Развитие онлайн-торговли и маркетплейсов стало мощным катализатором для модернизации рынка складской недвижимости: увеличился объем спроса на современные склады высокого класса, повысились требования к их технологичности, а география развития расширилась за счет региональных центров, что обеспечивает устойчивый спрос на качественные склады классов А и В. Динамика увеличения спроса на складскую недвижимость данных классов представлена на рисунке 3 [6].



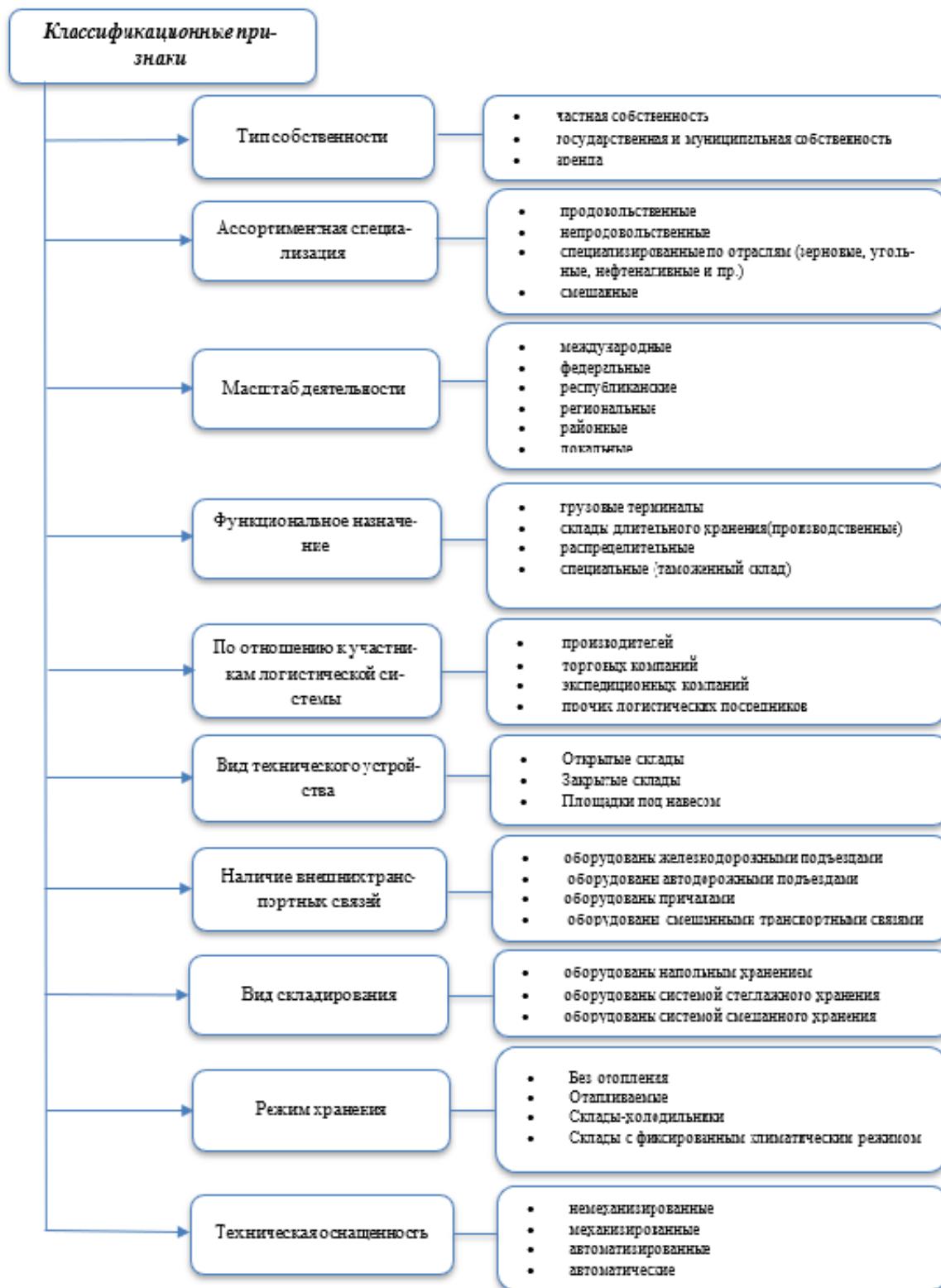
**Рис. 3. Суммы купленных и арендованных складских площадей в период 2014-2024 гг.**

Объем ввода складской недвижимости по итогам 2025 года может достигнуть рекордного показателя, планируется, что по итогам этого года введут в эксплуатацию порядка 7,5 млн.кв.м. высококачественных складских площадей. Высокий объем ввода связан с активностью онлайн-ритейлеров в 2023 году, когда объем сделок со складами был рекордным благодаря комфортным условиям кредитования. В 2025 году на рынке реализуются крупные проекты ведущих e-commerce игроков Ozon, Wildberries, которые столкнулись с острой нехваткой складских площадей, что сдерживает их развитие [7].

В Российском законодательстве классификации видов складов нет. Профессиональными участниками рынка и аналитиками типы складов описываются по тем или иным критериям, на основании которых и производится классификация помещений [8, 9].

Авторами сформулированы следующие классификационные признаки, подходящие под современное понимание складского помещения: вид собственности, основное функциональное назначение в логистике, тип конструкции, температурный режим, типу

продукции, условия хранения, степень механизации и так далее. При оценке складской недвижимости приходится иметь с многочисленными комбинациями этих факторов. Классификация складских помещений по вышеуказанным пунктам приведена на рисунке 4.



**Рис. 4. Классификация складских помещений**

Необходимость выработки единой классификации объектов складских помещений давно признана всеми участниками рынка. Попытки разработать единую и универсальную

классификацию предпринимались уже несколько раз, однако общепризнанной ни одна из предложенных классификаций так и не стала. Имеющиеся классификации (компаний Swiss Realty, Knight Frank) [10, 11] в основном повторяют друг друга, имеют необоснованные тенденции к расширению признаков и факторов, по которым следует относить объект недвижимости к тому или иному классу, при этом являются избыточными и громоздкими, что обусловлено отсутствием приоритетов перечисляемых параметров и выделения наиболее значимых, в том числе при определении стоимости.

Необходимо отметить, что в зарубежной практике подобных классификаций объектов складской недвижимости не существует. Это связано с тем, что зарубежный рынок складской недвижимости уже устоялся и такие пункты российской классификации современных складских помещений как наличие системы пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, системы вентиляции, регулируемый температурный режим и некоторые другие параметры в зарубежных современных складских помещениях предусматриваются архитектурными и строительными стандартами [12]. На рыночную стоимость объекта фактически влияет небольшое количество факторов, в имеющихся же классификациях рассматривается большое количество второстепенных характеристик, дающих незначительное изменение итоговой стоимости [13].

В качестве очередной попытки в 2020 г. Комитет Ассоциации банков России по оценке и залогам предложил банкам методические рекомендации по классификации объектов складской недвижимости. Данные рекомендации были разработаны компанией Knight Frank при участии специалистов «ПАО Сбербанк». В рекомендациях были определены наиболее значимые группы параметров, отдельные критерии которых позволяли определить принадлежность к определенному классу: конструктивные особенности; технические и инженерные системы здания; характеристика земельного участка; прочие характеристики.

В декабре 2024г крупнейшие консалтинговые компании рынка недвижимости - NF Group, CORE.XP, IBC Real Estate, Nikoliers и Commonwealth Partnership (CMWP), входящие в исследовательский Moscow Research Forum (MRF), объявили о своей попытке обновлении классификаций складской недвижимости России и объектов сегмента light industrial. Данный процесс направлен на приведение существующих стандартов к текущим реалиям и требованиям рынка, включая технико-экономические и инженерные параметры зданий, а также особенности использования земельных участков. В числе рассматриваемых характеристик-технологии строительства, удобство эксплуатации, гибкость в адаптации помещений под разные виды деятельности, улучшение логистической инфраструктуры и ряд других. Планируется, что новые документы будут предложены вниманию рынка в 2025 году.

Авторами статьи была выделена классификация, в которой особый акцент сделан на конструктивные особенности объектов, как на наиболее значимые при определении класса объекта, а также это крайне важные параметры, которые влияют на эргономичность размещения стеллажей или иных приспособлений для организации хранения ТМЦ, поскольку основная задача при определении конструктивных особенностей складского здания – добиться максимального использования складских мощностей. Классификация объектов складской недвижимости по конструктивным особенностям, определяющим класс объекта, представлена в таблице 1.

**Таблица 1**  
**Классификация объектов складской недвижимости по конструктивным особенностям, определяющим класс объекта**

Критерий классификации	Класс А	Класс В
1. Тип сооружения	<ul style="list-style-type: none"> <li>здание прямоугольной формы</li> <li>одноэтажное со встроенными офисно-бытовыми помещениями</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>складское здание преимущественно прямоугольной формы</li> <li>новое или после реконструкции</li> </ul>
2. Тип наружных стен	<ul style="list-style-type: none"> <li>наружные стены из современных негорючих материалов (сэндвич-панели) толщиной не менее 120 мм</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>наружные стены сэндвич-панели толщиной не менее 100 мм</li> </ul>
3. Тип кровли	<ul style="list-style-type: none"> <li>плоская неэксплуатируемая кровля</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>двускатная кровля</li> </ul>
4. Сетка колонн	<ul style="list-style-type: none"> <li>шаг колонн не менее 12 м</li> <li>расстояние между пролетами не менее 24 м</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>шаг колонн не менее 6 м</li> <li>расстояние между пролетами не менее 6 м</li> </ul>
5. Эффективная высота хранения	<ul style="list-style-type: none"> <li>не менее 12 м от уровня пола</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>не менее 6 м от уровня пола</li> </ul>
6. Тип пола	<ul style="list-style-type: none"> <li>бетонный пол с антипылевым покрытием</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ровный бетонный пол</li> </ul>
7. Допустимая max нагрузка на пол	<ul style="list-style-type: none"> <li>не менее 6 т/м<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>не менее 4 т/м<sup>2</sup></li> </ul>
8. Ровность пола	<ul style="list-style-type: none"> <li>до 2 мм на кв. м</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>до 4мм на кв. м</li> </ul>
9. Толщина пола	<ul style="list-style-type: none"> <li>не менее 200 мм</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>не нормируется</li> </ul>
10. Тип хранения	<ul style="list-style-type: none"> <li>любой тип хранения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>напольное или стеллажное хранение</li> </ul>
11. Тип зоны разгрузки	<ul style="list-style-type: none"> <li>автоматические ворота докового типа (dock sheiters) с погрузочно-разгрузочными площадками регулируемой высоты (dock levelers) в количестве не менее 1шт на 10000 м<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>автоматические ворота докового типа (dock sheiters)</li> </ul>

Рынок складской недвижимости остается одним из самых быстро развивающихся сегментов российского рынка коммерческой недвижимости, и при этом является лидером по инвестиционной привлекательности среди всех секторов коммерческой недвижимости. Развитие онлайн-торговли и маркетплейсов стало мощным катализатором для модернизации рынка складской недвижимости: увеличился объем спроса на современные склады высокого класса, повысились требования к их технологичности, а география развития расширилась за счет региональных центров. В настоящее время часто возникает конфликт между проектировщиками, девелоперами и строителями в том случае если в объект закладываются какие либо уникальные характеристики и в результате он не может быть однозначно отнесен к конкретному классу. Главной целью проведенного исследования является получение аналитических данных, призванных пересмотреть ценообразование в сфере складской

недвижимости и разработать новые основания для классификации складов и их стоимостной оценки.

## Список литературы

1. Инвестиции в складскую недвижимость: стоит ли рассматривать? [Электронный ресурс]: Режим доступа: – URL: <https://freedome-realty.ru/blog/investitsii-v-nedvizhimost/investitsii-v-skladskuyu-nedvizhimost-stoit-li-rassmatrivat>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 28.10.2025).
2. ГОСТ Р 51303-2023. Национальный стандарт Российской Федерации. Торговля. Термины и определения: утв. и введ. в действие Приказом Росстандарта от 30 июня 2023 г. № 469-ст. – Введ. 2024-01-01. – М.: Стандартинформ, 2023. -[Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.gost.ru/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 18.11.2025).
3. Мезенцева, О. В. Оценка коммерческой недвижимости: учеб. пособие / О. В. Мезенцева. – Екатеринбург: УрФУ, 2011. – 115 с.
4. Классификация объектов недвижимости. Алгоритмы и программная реализация [Электронный ресурс]: Режим доступа: – URL: <https://irnr.ru>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 28.10.2025).
5. Дайджест по оценке на основе индикаторов рынка коммерческой недвижимости. Часть 1: Склады класса А и В – корректировки на I кв. 2024 г. [Электронный ресурс]: Режим доступа: – URL: <https://rgud.ru/documents>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 28.10.2025).
6. Онлайн остаётся главным драйвером складского рынка: итоги 2024 года [Электронный ресурс]: Режим доступа: – URL: <https://logistics.ru/skladirovanie/onlayn-ostaetsya-glavnym-drayverom-skladskogo-rynka-itogi-2024-goda>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 28.10.2025).
7. В 2025 году ввод складов станет рекордным [Электронный ресурс]: Режим доступа: – URL: <https://www.cian.ru/novosti-v-2025-godu-vvod-skladov-stanet-rekordnym-341420>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 28.10.2025).
8. Классификация объектов складской недвижимости: прошлое, настоящее [Электронный ресурс]: Режим доступа: – URL: [https://lobanov-logist.ru/library/all\\_articles/55158/](https://lobanov-logist.ru/library/all_articles/55158/), Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 28.10.2025).
9. Классификация недвижимости консалтинговой компанией Knight Frank [Электронный ресурс]: Режим доступа: – URL: <https://content.knightfrank.com/resources/knightfrank.ru/pdf/research/ressi.pdf>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 28.10.2025).
10. Круглякова, В. М. Рынок производственно-складской недвижимости г. Воронежа: структура, ценообразующие факторы, особенности оферты / В. М. Круглякова, Н. О. Афонин // Научный результат. Экономические исследования. –2017. – Т. 3, № 4. – С. 81–93.
11. Методические рекомендации по классификации объектов складской недвижимости [Электронный ресурс]: Режим доступа: – URL: <https://asros.ru/upload/iblock/ded/5853-Klassifikatsiya-skladov-2020>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 28.10.2025).
12. Складской сегмент: чтобы всё заново, чтобы по-новому [Электронный ресурс] Режим доступа: – URL: <https://www.bfm.ru/news/563357>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 28.10.2025).
13. Обзор классификаций объектов складской недвижимости [Электронный ресурс]: Режим доступа: – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-klassifikatsiy-obektov-skladskoy-nedvizhimosti/viewer>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 28.10.2025).

## List of references

1. Investments in warehouse real estate: is it worth considering? [Electronic resource]: Access mode: – URL: <https://freedom-realty.ru/blog/investitsii-v-nedvizhimost/investitsii-v-skladskuyu-nedvizhimost-stoit-li-rassmatrивать> , Title. From the screen. – In Russian (accessed: 10/28/2025).
2. GOST R 51303-2023. The national standard of the Russian Federation. Trading. Terms and definitions: approved and introduced. effective by Order of Rosstandart dated June 30, 2023 No. 469–art. 2024-01-01. Moscow: Standartinform, 2023.[Electronic resource]: Access mode: <https://www.gost.ru/> , Title. From the screen. – Yaz. rus. (date of reference: 11/18/2025).
3. Mezentseva, O. V. Evaluation of commercial real estate: textbook. manual / O. V. Mezentseva. Yekaterinburg: UrFU, 2011. 115 p.
4. Classification of real estate objects. Algorithms and software implementation [Electronic resource]: Access mode:– URL: <https://irnr.ru> , Title. From the screen. – Yaz. rus. (accessed: 10/28/2025).
5. Assessment digest based on commercial real estate market indicators. Part 1: Class A and B warehouses – adjustments for the first quarter of 2024 [Electronic resource]: Access mode:– URL: <https://rgud.ru/documents> , Title. From the screen. – In Russian (accessed: 10/28/2025).
6. Online remains the main driver of the warehouse market: results of 2024 [Electronic resource]: Access mode:– URL: <https://logistics.ru/skladirovaniye/onlayn-ostaetsya-glavnym-drayverom-skladskogo-rynka-itogi-2024-goda> , Title. From the screen. – Yaz. rus. (date of access: 10/28/2025).
7. In 2025, the commissioning of warehouses will be a record [Electronic resource]: Access mode: – URL: <https://www.cian.ru/novosti-v-2025-godu-vvod-skladov-stanet-rekordnym-341420> , Title. From the screen. – In Russian (accessed: 10/28/2025).
8. Classification of warehouse real estate objects: past, present [Electronic resource]: Access mode:– URL: [https://lobanov-logist.ru/library/all\\_articles/55158](https://lobanov-logist.ru/library/all_articles/55158) /, Title. From the screen. – Yaz. rus. (accessed: 10/28/2025).
9. Classification of real estate by Knight Frank consulting company [Electronic resource]: Access mode: – URL: <https://content.knightfrank.com/resources/knightfrank.ru/pdf/research/resi.pdf> , Title. From the screen. – In Russian (accessed: 10/28/2025).
10. Kruglyakova, V. M. The market of industrial and warehouse real estate in Voronezh: structure, price-forming factors, features of the offer / V. M. Kruglyakova, N. O. Afonin // Scientific result. Economic research. -2017. – Vol. 3, No. 4. – pp. 81-93.
11. Methodological recommendations on the classification of warehouse real estate objects [Electronic resource]: Access mode: – URL: <https://asros.ru/upload/iblock/ded/5853-Klassifikatsiya-skladov-2020> , Title. From the screen. – In Russian (accessed: 10/28/2025).
12. Warehouse segment: to start all over again, in a new way [Electronic resource] Access mode: – URL: <https://www.bfm.ru/news/563357> , Title. From the screen. – Yaz. rus. (accessed: 10/28/2025).
13. Overview of classifications of warehouse real estate objects [Electronic resource]: Access mode: –URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-klassifikatsiy-obektov-skladskoy-nedvizhimosti/viewer> , Title. From the screen. – In Russian (accessed: 10/28/2025).

УДК 332.74

## ОСПАРИВАНИЕ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ – ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В. М. Круглякова, С. И. Спесивцев

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

**Спесивцев Сергей Игоревич**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мСЭН-241, E-mail: [imcriend@gmail.com](mailto:imcriend@gmail.com)

**Аннотация:** развитие системы государственной кадастровой оценки недвижимости занимает важное место в составе комплекса мер по повышению доходов муниципальных образований и субъектов Российской Федерации при сборе платы за землю и имущественных налогов, а также арендных платежей за пользование земельными участками и объектами капитального строительства в государственной и муниципальной собственности. В представленной статье на примере Воронежской области рассмотрены особенности проведения государственной кадастровой оценки земель различной категории и объектов капитального строительства. Также в статье проводится анализ сложившейся практики досудебного и судебного оспаривания кадастровой стоимости объектов на основании установления их рыночной стоимости. Авторами представлена и проанализирована статистика оспаривания кадастровой стоимости объектов в период с активного развития системы государственной кадастровой оценки. Отмечен рост количества положительных решений в процедуре досудебного оспаривания кадастровой стоимости за рассматриваемый период, а также отмечен тренд на снижение общего количества судебных разбирательств.

**Ключевые слова:** оценка стоимости недвижимости, кадастровая стоимость, оспаривание кадастровой стоимости, государственная кадастровая оценка.

## CHALLENGING THE CADASTRAL VALUE OF REAL ESTATE PROPERTIES IN THE VORONEZH REGION – TRENDS AND PROSPECTS

V. M. Kruglyakova, S. I. Spesivtsev

**Kruglyakova Victoria Markovna**, Voronezh State Technical University, Doctor of Economics, Professor of the Department of Technology, Construction Management, Expertise and Property Management, E-mail: [vinikat@mail.ru](mailto:vinikat@mail.ru)

**Spesivtsev Sergey Igorevich**, Voronezh State Technical University, master's degree student group mSEN-241, E-mail: [imcriend@gmail.com](mailto:imcriend@gmail.com)

**Abstract:** the development of the state cadastral valuation system for real estate plays an important role in the set of measures aimed at increasing the revenues of municipalities and constituent entities of the Russian Federation from the collection of land and property taxes, as well as rental payments for the use of land plots and capital construction objects owned by the state and municipalities. This article uses the example of the Voronezh region to examine the features of conducting state cadastral valuation of various categories

of land and capital construction objects. The article also analyzes the current practice of pre-trial and judicial challenges to the cadastral value of objects based on the establishment of their market value. The authors present and analyze statistics on challenges to the cadastral value of objects during the period of active development of the state cadastral valuation system. They note an increase in the number of positive decisions in the pre-trial challenge procedure for the cadastral value during the period under review, as well as a downward trend in the total number of court proceedings.

**Key words:** property valuation, cadastral value, challenging cadastral value, state cadastral valuation.

Тема государственной кадастровой оценки (ГКО) как процедуры, касающейся интересов практических собственников недвижимости, получила активное развитие после вступления в силу федерального закона №237-ФЗ от 03.07.2016 г. «О государственной кадастровой оценке» (далее – Закон о ГКО) [1]. Кадастровая стоимость является не только базой для расчета платы за землю, но и применяется для расчета имущественных налогов по объектам капитального строительства, определения величины арендной платы за пользование объектами государственной и муниципальной собственности, обоснования размера госпошлины при проведении сделок, а также используется для различных управленческих задач в качестве стоимостного ориентира ценности объекта.

При этом организационное, информационное и методическое обеспечение ГКО пока находится в стадии развития – далеко не всегда кадастровая стоимость объекта оказывается величиной, сопоставимой с его рыночной стоимостью. Как правило, ГКО проводится с применением методов массовой оценки, исходя из укрупненных общих данных о технических и экономических характеристиках объектов без учета индивидуальных особенностей каждого земельного участка, здания или сооружения. В результате довольно часто в системе ГКО не учитываются ценообразующие факторы, влияние которых на стоимость объектов оказывается существенным [2].

Представляемое Законом о ГКО право оспорить кадастровую стоимость объекта недвижимости активно используется в настоящее время правообладателями недвижимости. Это право предусматривает возможность досудебного и судебного оспаривания кадастровой стоимости на основании ее установления в размере рыночной стоимости. Изучение изменений, происходящих в системе организационно-методического обеспечения ГКО позволяет установить тенденции, отражающие результативность государственных мер по развитию системы ГКО, а также определить перспективы развития такого направления исследований как определение рыночной стоимости объектов недвижимости при оспаривании их кадастровой стоимости [3].

В данном контексте авторы провели исследование основных изменений, произошедших в системе ГКО земельных участков и объектов капитального строительства на примере Воронежской области как в части актуализации величины кадастровой стоимости и объектов, так и в отношении досудебного и судебного порядка оспаривания кадастровой стоимости объектов различного типа. В качестве информационной основы исследования выступили данные ГБУ ВО «Центр государственной кадастровой оценки Воронежской области» (ЦГКО ВО), на которое возложены функции проведения ГКО на территории региона. Также при проведении данного исследования использовались данные Росреестра и иные источники публичных данных.

Ниже представлена информация по периодам проведения ГКО шести категорий земель и объектам капитального строительства на территории Воронежской области за период 2016-2025 г.г. (см. табл. 1).

**Таблица 1**  
**Хронология проведенных государственных кадастровых оценок объектов недвижимости на территории Воронежской области с 2015 г.**

<b>Категория земель / Тип объектов</b>	<b>Даты оценки за период</b>	<b>Дата вступления в силу результатов ГКО</b>	<b>Срок применения фактический или планируемый</b>
<b>Земли населённых пунктов</b>	01.01.2014 г.	01.01.2016 г.	31.12.2020 г.
	01.01.2020 г.	01.01.2021 г.	<b>31.12.2026 г.</b>
<b>Земли водного фонда</b>	01.01.2014 г.	01.01.2016 г.	31.12.2020 г.
	01.01.2020 г.	01.01.2021 г.	<b>31.12.2026 г.</b>
<b>Земли лесного фонда</b>	01.01.2014 г.	01.01.2016 г.	31.12.2020 г.
	01.01.2020 г.	01.01.2021 г.	<b>31.12.2026 г.</b>
<b>Земли сельскохозяйственного назначения</b>	01.01.2015 г.	01.01.2017 г.	31.12.2022 г.
	01.01.2022 г.	01.01.2023 г.	<b>31.12.2026 г.</b>
<b>Земли особо охраняемых территорий и объектов</b>	01.01.2015 г.	01.01.2017 г.	31.12.2022 г.
	01.01.2022 г.	01.01.2023 г.	<b>31.12.2026 г.</b>
<b>Земли промышленности и иного специального назначения</b>	01.01.2015 г.	01.01.2017 г.	31.12.2020 г.
	01.01.2021 г.	01.01.2022 г.	<b>31.12.2026 г.</b>
<b>Объекты капитального строительства</b>	01.01.2015 г.	01.01.2017 г.	31.12.2020 г.
	01.01.2021 г.	01.01.2022 г.	31.12.2023 г.
	01.01.2023 г.	01.01.2024 г.	<b>31.12.2026 г.</b>

Следует отметить, что ГКО объектов капитального строительства проводилась за анализируемый временной промежуток чаще остальных. Это связано с высокой экономической значимостью данных объектов недвижимости. Они приносят значительные доходы в государственный и муниципальный бюджеты через налоги на недвижимость и плату за землю. Кроме этого, необходимость в актуализации результатов ГКО может быть связана с необходимостью уточнения методики определения кадастровой стоимости объектов определенной группы.

Оспаривание кадастровой стоимости объектов недвижимости может происходить в судебном порядке (в рамках Кодекса административного судопроизводства) или в досудебном порядке с подачей заявления в комиссию по рассмотрению споров о результатах определения кадастровой стоимости, созданную при Министерстве имущественных и земельных отношений Правительства Воронежской области.

Ниже представлена статистика рассмотрения заявлений по досудебному оспариванию КС в Воронежской области с 01.01.2020 г. по 01.09.2025 г. (см. табл. 2).

**Таблица 2**  
**Досудебное оспаривание кадастровой стоимости объектов недвижимости на территории Воронежской области за период с 01.01.2020 по 01.09.2025 гг.**

Год	Всего рассмотрено заявлений/ объектов	Удовлетворено	Отклонено	Доля положительных решений
<b>2020</b>	295	85	210	28,8%
<b>2021</b>	57 (226 объектов)	21	36	36,8%
<b>2022</b>	63 (429 объектов)	4	59	6,3%
<b>2023</b>	251 (392 объекта)	159	92	63,3%
<b>2024</b>	250 (333 объекта)	132	118	52,8%
<b>2025</b>	103	—	—	—

Изучив данные ЦКГО ВО, становится заметна тенденция повышения доли положительных решений по оспариванию кадастровой стоимости, которые выносятся в досудебном порядке. После рекордно низкого процента одобрения заявлений в 2022 году, в следующем году он значительно повысился – более, чем в 10 раз. Притом, в представленной статистике не учитываются заявления отозванные или оставленные без рассмотрения, так что они не влияют как на данную статистику, так и на заключение о росте доли удовлетворенных заявлений.

Рассматривая сведения о поданных в комиссию с учетом отозванных и оставленных без рассмотрения заявлений, становится заметна тенденция на уменьшение количества ошибок со стороны правообладателей объектов недвижимости (см. табл. 3). Причиной этому является адаптация правообладателей недвижимости к системе государственной кадастровой оценки. Система подачи заявлений упрощается - их можно подавать через сеть Интернет.

**Таблица 3**  
**Статистика отклонения заявлений по оспариванию кадастровой стоимости комиссией**

Год	Всего дел	Рассмотрено	Отклонено	Доля отклоненных
<b>2020</b>	311	295	16	5,15%
<b>2021</b>	70	57	13	18,57%
<b>2022</b>	68	63	5	7,35%
<b>2023</b>	267	251	16	5,99%
<b>2024</b>	291	250	7 (34 отозваны)	2,4%

Помимо этого, заметно снижение количества объектов на одно заявление: в 2021 году в среднем на одно заявление приходилось 3,96 объекта недвижимости, в 2024 г.– 1,33 объекта на одно заявление (рис. 1). Рекордным является 2022 год – 6,81 объектов в среднем.



**Рис. 1. Соотношение числа рассмотренных заявлений к объектам недвижимости**

До 1 января 2017 года оспаривание КС в судебном порядке могло происходить только после подачи заявления в комиссию по рассмотрению споров о результатах определения кадастровой стоимости. Начиная с этой даты, судебное оспаривание кадастровой стоимости регламентируется не №135-ФЗ «Об оценочной деятельности», а №237-ФЗ «О государственной кадастровой деятельности» [1,4].

Судебное оспаривание кадастровой стоимости объектов недвижимости стало возможно без предварительной подачи заявления в комиссию. Это изменение стало важным развитием темы оспаривания кадастровой стоимости.

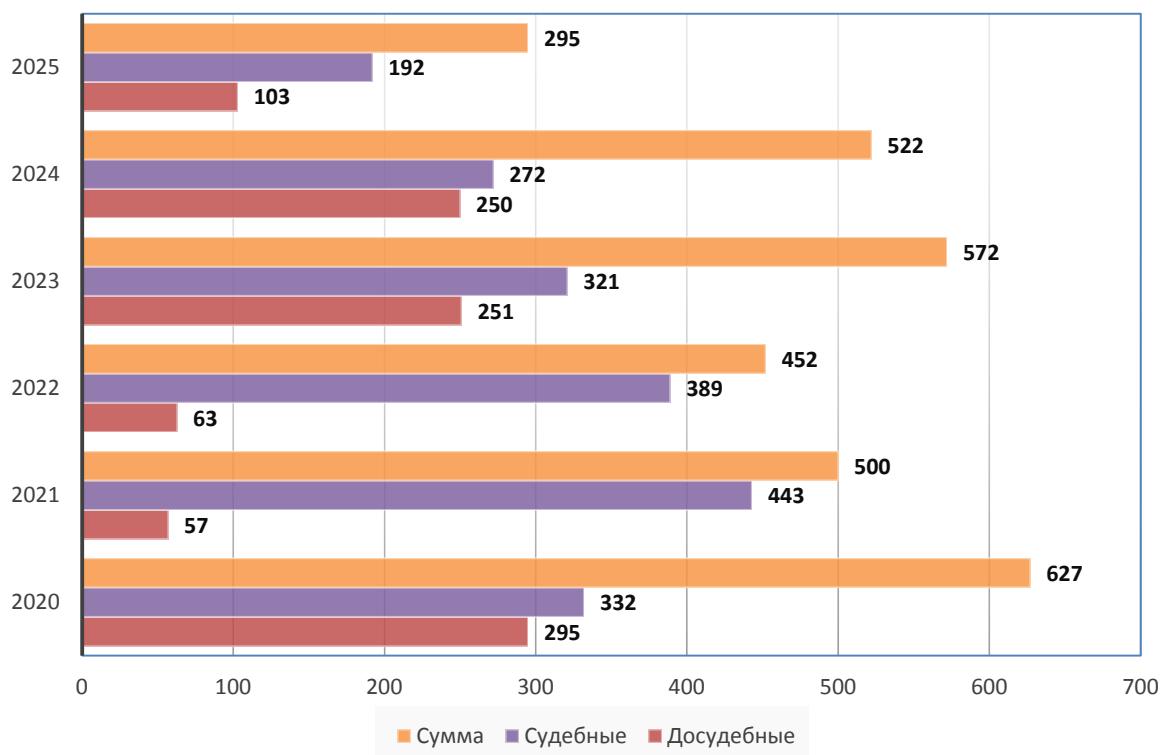
Данные по судебному оспариванию кадастровой стоимости представлены ниже (см. табл. 4). В статистике учтены случаи апелляции по делу в случае отказа в первой инстанции, такие дела не дублируют друг друга, и учитывается только последнее на момент 01.09.2025 г.

**Таблица 4**

**Судебное оспаривание кадастровой стоимости объектов недвижимости на территории Воронежской области за период 01.01.2020 по 01.09.2025 г.г.**

Год	Открыто дел	Удовлетворено	Отказано	Доля удовлетворённых исков
<b>2020</b>	332	298	34	90 %
<b>2021</b>	443	424	19	96 %
<b>2022</b>	389	354	35	91 %
<b>2023</b>	321	286	35	89 %
<b>2024</b>	272	240	32	88 %
<b>09.2025</b>	192	164	28	85 %

Одновременно следует отметить тенденцию на снижение количества судебных разбирательств. Вместе с нисходящим числом дел, уменьшается и доля удовлетворенных заявлений (рис. 2).



**Рис. 2. Соотношение числа рассмотренных судебных и досудебных заявлений по оспариванию кадастровой стоимости объектов недвижимости**

Заметим, что 2021 и 2022 годы стали показательными для статистики оспаривания в Воронежской области – в этот период число досудебных разбирательств оказалось кратно меньше совокупности судебных разбирательств. Это соотношение иллюстрирует сложившуюся региональную специфику оспаривания кадастровой стоимости объектов, которая привела к низкой эффективности использования механизмов досудебного оспаривания кадастровой стоимости. Недоверие к возможностям досудебного оспаривания кадастровой стоимости привело к повышенному интересу к судебному оспариванию, минуя возможность оспорить КС в досудебном порядке [5].

В то же время, в 2021 и 2022 годах доля удовлетворенных исковых заявлений наиболее высокая из анализируемого периода. Это иллюстрирует нелогичную ситуацию с точки зрения привлечения государственных ресурсов, когда с одной стороны, органы исполнительной власти не способствуют принятию положительных решений в досудебном порядке, а с другой стороны, в судебном порядке практически девять из десяти заявлений об оспаривании удовлетворяются.

В целом необходимо отметить тренд на снижение общего количества заявлений – в комиссию и суды. Это свидетельствует о совершенствовании методологии проведения государственной кадастровой оценки. КС определяется с меньшим количеством неточностей, и судебные разбирательства для большого количества объектов недвижимости становятся экономически нецелесообразными, поскольку судебные издержки могут превысить выгоду от снижения кадастровой стоимости.

Также это связано с ожиданием проведения нового тура ГКО по земельным участкам по состоянию на 01.01.2026 года.

В настоящее время отмечается, что эффективность работы комиссии и уровень доверия собственников недвижимости к досудебному порядку оспаривания растет – соотношение числа судебных и досудебных заявлений начало стремиться к «единице». Развитие электронных сервисов и упрощение системы подачи заявлений также сказываются на росте числа заявителей и положительных решений комиссии.

Перспективы дальнейшего развития механизма проведения ГКО и процедуры оспаривания кадастровой стоимости тесно связаны с цифровизацией процессов. Правительство Российской Федерации 1 декабря 2021 года утвердило государственную программу «Национальная система пространственных данных» (НСПД). Одной из ее целей является создание платформы, включающей подробные сведения об объектах недвижимости в различных разрезах данных [6,7].

В России создается нормативная правовая база для применения и развития искусственного интеллекта. Его использование в системе ГКО даст новые возможности для наиболее точного установления кадастровой стоимости, и поспособствуют развитию методов массовой оценки [8].

Развитие данной системы позволит повысить точность в установлении КС, и при дальнейшем совершенствовании появится возможность проводить ГКО при соразмерных ресурсах чаще, чем раз в 4 года, как установлено в Законе о ГКО.

Таким образом, анализ данных судебного и досудебного оспаривания кадастровой стоимости объектов недвижимости показал повышение доли удовлетворенных заявлений, поданных в комиссию, в то же время число судебных разбирательств снизилось. Это свидетельствует о доверии правообладателей недвижимости к системе оспаривания кадастровой стоимости, они стали чаще обращаться в комиссию. При этом наблюдается общая тенденция к снижению количества заявлений по оспариванию КС. Создаваемая в России система НСПД поспособствует развитию методов и повышению точности результатов ГКО.

В связи с этим, авторы считают необходимым отметить, что в перспективе объем споров по пересмотру кадастровой стоимости объектов на основании установления их рыночной стоимости будет сокращаться за счет повышения уровня методического организационно-технологического и информационного обеспечения системы ГКО. Одновременно со стабилизацией величины кадастровой стоимости объектов в условиях сокращения объемов оспаривания будут сформированы эффективные инструменты более обширного применения кадастровой стоимости объектов в деятельности хозяйствующих субъектов, кредитных организаций и институтов государственного управления.

### Список литературы

1. Федеральный закон от 03.07.2016 № 237-ФЗ «О государственной кадастровой оценке» (в ред. от 23.07.2025) // Собрание законодательства Российской Федерации. – Москва, 2016. – № 27. – Ст. 4170. – С. 53.
2. Яковлева, И. Н. Актуальные проблемы государственной кадастровой оценки / И. Н. Яковлева // E-Scio. – Санкт-Петербург, 2020. – № 4 (43). – С. 348-352.
3. Круглякова, В. М. Оспаривание кадастровой стоимости недвижимости как инструмент повышения экономической эффективности промышленных отраслевых объектов / В. М. Круглякова, Е. А. Чеснокова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – Иваново, 2017. – №5 (371). – С. 32-36.
4. Федеральный закон от 29.07.1998 № 135-ФЗ «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» // Собрание законодательства Российской Федерации. – Москва, 1998. – № 31. – Ст. 3813. – С. 79.
5. Назранова, М. А. Проблемы правового регулирования определения кадастровой стоимости земельного участка / М. А. Назранова // ПРЭД. – Москва, 2022. – №1. – С. 30-38.
6. Постановление Правительства Российской Федерации от 01.12.2021 № 2148 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации “Национальная система пространственных данных”» (в ред. от 11.02.2025) // Собрание законодательства Российской Федерации. – Москва, 2021. – № 50 (Часть IV). – Ст. 8542. – С. 17.

7. Круглякова, В. М. Взаимосвязь пространственного развития Российской Федерации, территориального планирования и процесса оценки стоимости недвижимости / В. М. Круглякова // Имущественные отношения в Российской Федерации. – Москва, 2024. – № 11 (278). – С. 8-13.

8. Пылаева, А. В. Искусственный интеллект и нейронные сети – инструменты кадастровой оценки недвижимости в составе Национальной системы пространственных данных / А. В. Пылаева, М. В. Акинин // Имущественные отношения в Российской Федерации. – Москва, 2024. – № 4 (271). – С. 23-31.

### **List of references**

1. Federal Law No. 237-FZ on 03.07.2016 “On State Cadastral Valuation” (as amended on 23.07.2025) // Collection of Legislation of the Russian Federation. – Moscow, 2016. – No. 27. – Art. 4170. – P. 53.
2. Yakovleva, I. N. Current Issues in State Cadastral Valuation / I. N. Yakovleva // E-Scio. – 2020. – No. 4 (43). – P. 348-352.
3. Kruglyakova, V.M. Challenging the cadastral value of real estate as a tool for improving the economic efficiency of industrial facilities / V.M. Kruglyakova, E.A. Chesnokova // News of Higher Education Institutions. Textile Industry Technology. – Ivanovo, 2017. – No. 5 (371). – P. 32-36.
4. Federal Law No. 135-FZ on 29.07.1998 “On Valuation Activities in the Russian Federation” // Collection of Legislation of the Russian Federation. – Moscow, 1998. – No. 31. – Art. 3813. – P. 79.
5. Nazranova, M. A. Problems of Legal Regulation of Determining the Cadastral Value of a Land Plot / M. A. Nazranova // PRED. – Moscow, 2022. – No. 1. – P. 30-38.
6. Decree of the Government of the Russian Federation No. 2148 on 01.12.2021 “On the Approval of the State Program of the Russian Federation ‘National Spatial Data System’” (as amended on 11.02.2025) // Collection of Legislation of the Russian Federation. – Moscow, 2021. – No. 50 (Part IV). – Art. 8542. – P. 17.
7. Kruglyakova, V. M. The interconnection between the spatial development of the Russian Federation, territorial planning, and the process of real estate valuation / V. M. Kruglyakova // Property Relations in the Russian Federation. – Moscow, 2024. – No. 11 (278). – P. 8-13.
8. Pylaeva, A.V. Artificial intelligence and neural networks – tools for cadastral valuation of real estate as part of the National Spatial Data System / A.V. Pylaeva, M.V. Akinin // Property Relations in the Russian Federation. – Moscow, 2024. – No. 4 (271). – P. 23-31.

УДК 658.6

## ПЛАНИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА В Г. ВОРОНЕЖЕ

С. Ю. Нерозина, А. А. Воронова, Л. И. Медведева, Ю. С. Седлова

**Нерозина Светлана Юрьевна**, <sup>1</sup>*Воронежский государственный технический университет, кандидат экономических наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью*, <sup>2</sup>*Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко, кандидат экономических наук, доцент кафедры управления в здравоохранении, E-mail: nerozina@cchgeu.ru*

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

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

**Седлова Юлия Сергеевна**, Воронежский государственный технический университет, студент гр. СУЗ-201, E-mail: sedlovayuliasf@gmail.com

**Аннотация:** в данной статье рассматриваются различные стороны планирования строительной и инвестиционной деятельности, за основу взят жилой комплекс «Зеленый квартал» в г. Воронеж. Рассмотрены основные принципы реализации инвестиционной деятельности. Особенности производства проектной документации и выбора оптимальной схемы финансирования строительства, также, особое внимание посвящено вопросам оценки экономической эффективности и финансовой надежности проекта, включая анализ окупаемости и доходности. Исследованы методы и способы управления рисками, основанные на использовании современных инструментов, такие как: BIM-моделирование, эскроу-счета, проектное финансирование. Расчеты, представленные в данной статье, подтверждают необходимость инвестиций и высокую значимость проекта, как в социальном, так и в экономическом плане. Сделан вывод о том, что комплексное и системное планирование является ключевым фактором повышения эффективности инвестиционно-строительной деятельности в современных рыночных условиях.

**Ключевые слова:** инвестиционно-строительная деятельность, планирование, инвестиции, жилищное строительство, бизнес-анализ, эффективность проекта.

## PLANNING OF INVESTMENT AND CONSTRUCTION ACTIVITIES ON THE EXAMPLE OF A RESIDENTIAL COMPLEX IN VORONEZH

S. Yu. Nerozina, A. A. Voronova, L. I. Medvedeva, J. S. Sedlova

**Nerozina Svetlana Yurievna**, <sup>1</sup>*Voronezh State Technical University, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, Construction Organization, Expertise, and Real Estate Management*, <sup>2</sup>*Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Healthcare Management, E-mail: nerozina@cchgeu.ru*

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

**Medvedeva Liliya Ivanovna**, Voronezh State Technical University, student gr. SUZ-201, E-mail: [liliy\\_vgasu@mail.ru](mailto:liliy_vgasu@mail.ru)

**Sedlova Julia Sergeevna**, Voronezh State Technical University, student gr. SUZ-201, E-mail: [sedlovayuliasf@gmail.com](mailto:sedlovayuliasf@gmail.com)

**Abstract:** this article examines various aspects of planning construction and investment activities, based on the residential complex "Green Quarter" in Voronezh. The basic principles of investment activity implementation are considered. The specifics of the production of project documentation and the selection of the optimal financing scheme for construction, also, special attention is paid to assessing the economic efficiency and financial reliability of the project, including the analysis of payback and profitability. The methods and methods of risk management based on the use of modern tools such as BIM modeling, escrow accounts, and project financing are investigated. The calculations presented in this article confirm the need for investment and the high importance of the project, both socially and economically. It is concluded that integrated and systematic planning is a key factor in improving the efficiency of investment and construction activities in modern market conditions.

**Keywords:** investment and construction activities, planning, investments, residential construction, business analysis, project efficiency.

Инвестиционно-строительная деятельность играет ключевую роль в формировании городской инфраструктуры и обеспечении населения жильём. В условиях нестабильной экономической ситуации, колебаний цен на строительные материалы и изменения процентных ставок по ипотеке эффективное планирование строительных проектов становится определяющим фактором их успешной реализации. Инвестиционное планирование позволяет определить структуру капитальных вложений, спрогнозировать денежные потоки, выбрать оптимальные источники финансирования и оценить экономическую эффективность проекта [1]. Для более глубокого анализа рассмотрим пример планирования инвестиционно-строительной деятельности на объекте жилищного назначения - жилом комплексе «Зелёный квартал» в г. Воронеж.

Жилой комплекс «Зелёный квартал» представляет собой современный жилой район комфорт-класса, включающий пять многоквартирных домов высотой от 12 до 16 этажей, подземные паркинги, детский сад на 120 мест и благоустроенные дворовые территории. Общая площадь застройки составляет около 75 тыс. м<sup>2</sup>, из которых 65 тыс. м<sup>2</sup> - жилая площадь. Проект реализуется компанией-застройщиком ООО «СтройИнвест» при поддержке муниципальной программы по развитию городской среды. Сроки реализации - 2024-2027 г.г. Планирование инвестиционно-строительной деятельности включает несколько ключевых этапов: прединвестиционный, инвестиционный, строительный и эксплуатационный. В процессе финансово-экономического обоснования проекта определяются источники финансирования, структура затрат, предполагаемая выручка и ключевые показатели эффективности [2]. В таблице 1 приведены основные финансовые параметры жилого комплекса «Зелёный квартал».

**Таблица 1**  
**Основные финансово-экономические показатели проекта**

<b>Показатель</b>	<b>Значение</b>
Общая стоимость проекта	4,8 млрд. руб.
Собственные средства застройщика	20 %
Банковское проектное финансирование	50 %
Средства дольщиков (эскроу-счета)	30 %
Средняя цена реализации 1 м <sup>2</sup> жилья	120 000 руб.
Общая площадь реализуемого жилья	65 000 м <sup>2</sup>
Прогнозируемая выручка	7,8 млрд. руб.
Ожидаемая прибыль	2,2 млрд. руб.
Внутренняя норма доходности (IRR)	18 %
Срок окупаемости проекта	6 лет

Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что проект обладает инвестиционной привлекательностью. Применение таких инструментов, как эскроу-механизмы и банковское финансирование, обеспечивают защиту прав дольщиков, прозрачность финансовой деятельности и снижение рисков недостатка оборотных средств на этапах строительства

Анализ возможных рисков - один из основных элементов планирования, поэтому для проекта «Зеленый квартал» выделены организационные, экономические и рыночные риски, их вероятностная оценка и предполагаемые меры по минимизации представлены в таблице 2 [3].

**Таблица 2**  
**Оценка и управление рисками проекта**

<b>Тип риска</b>	<b>Возможные последствия</b>	<b>Вероятность</b>	<b>Меры по снижению</b>
Рост стоимости строительных материалов	Увеличение себестоимости строительства на 10-15%	Средняя	Заключение долгосрочных контрактов с поставщиками
Задержки выдачи разрешений	Увеличение сроков строительства	Низкая	Мониторинг документооборота, взаимодействие с органами власти
Снижение покупательского спроса	Замедление продаж, снижение ликвидности	Средняя	Гибкая ценовая политика, маркетинговые программы
Рост процентных ставок по ипотеке	Снижение доступности жилья	Высокая	Сотрудничество с банками-партнёрами, рассрочка
Экологические и градостроительные ограничения	Корректировка проекта, дополнительные затраты	Низкая	Проведение экспертиз и проектных согласований заранее

При комплексном подходе к контролю рисков, появляется возможность обеспечить надежность проекта на протяжении всего строительства, исключая финансовые потери и соблюдая все установленные сроки. Помимо экономических показателей, важным результатом строительной и инвестиционной деятельности является социально-экономический эффект. При реализации данного проекта планируется улучшение жилищных

условий для двух тысяч семей и более, создание свыше трехсот рабочих мест на всех этапах строительства [4].

Организационно-технологическое планирование строительства жилого комплекса «Зелёный квартал» предполагает использование поэтапной модели реализации. Проект разделён на три очереди строительства, каждая из которых включает по два корпуса и соответствующую инженерную инфраструктуру. Такой подход обеспечивает гибкость управления, распределение нагрузки по ресурсам и равномерный приток денежных средств от реализации квартир. Для оптимизации строительных процессов применяются современные методы календарного планирования, основанные на использовании программных комплексов MS Project и BIM 360 [5].

Структура участников инвестиционно-строительного процесса включает застройщика, генерального подрядчика, субподрядные организации, проектный институт, банк-агент по проектному финансированию и надзорные органы [6]. Через цифровую платформу управления проектом осуществляется руководство и взаимодействие всех лиц, участвующих в работе, а также своевременно регулируются графики, и обеспечивается контроль бюджета.

Качеству работ и соблюдению сроков уделяется особое внимание. Так, во время каждого этапа проводится технический надзор с использованием различных технологий, таких как: дроны, 3D-сканирование. Они необходимы для контроля прогресса и выявления отклонений от проектных решений. Также, используемая технология BIM, позволяет внедрить архитектурные, инженерные и сметные данные, обеспечивая их прозрачность и точность [7].

Финансовое планирование проекта осуществляется при постоянном и сбалансированном денежном потоке, которое осуществляется долевым участием банка и эскроу-счетов, что позволяет практически исключить финансовые риски и обеспечить постоянное финансирование на всех этапах. Прогноз по движению денежных средств составляется ежеквартально и адаптирует финансовую модель к рыночным изменениям [8].

Календарный план строительства составлен с учётом сезонности, производственных мощностей подрядных организаций и логистических ограничений. Средняя продолжительность возведения одного корпуса составляет 16 месяцев, после чего проводится благоустройство территории и подключение инженерных сетей. Общий срок реализации комплекса - три года, включая проектирование и ввод в эксплуатацию [9].

Анализ рынка жилья в Воронеже показывает, что спрос на квартиры комфорт-класса остаётся стабильным, а введение проектов с улучшенной экологией и благоустройством повышает их ликвидность. Согласно оценкам экспертов, жилой комплекс «Зелёный квартал» имеет потенциал роста рыночной стоимости жилья на 10-12 % к моменту завершения строительства, что повышает его инвестиционную привлекательность.

Таким образом, продуманное организационно-технологическое и финансовое планирование, использование цифровых инструментов управления и адаптация проекта к рыночным условиям обеспечивают высокую эффективность реализации жилого комплекса «Зелёный квартал» и устойчивое развитие строительного сектора региона.

Помимо экономических показателей, значимым результатом инвестиционно-строительной деятельности является социально-экономический эффект. В рамках реализации проекта планируется улучшение жилищных условий более чем для двух тысяч семей, создание свыше трёхсот рабочих мест на этапе строительства и развитие сопутствующей инфраструктуры. Таким образом, проект вносит вклад не только в развитие строительного комплекса региона, но и в повышение качества городской среды.

Планирование инвестиционно-строительной деятельности представляет собой сложный, многокомпонентный процесс, от которого зависит эффективность и устойчивость реализации строительных проектов. На примере жилого комплекса «Зелёный квартал» в г. Воронеже показано, что применение комплексного подхода к планированию, включающего

финансовый анализ, оценку рисков и социально-экономическую оценку, обеспечивает высокую результативность проекта. Использование механизмов проектного финансирования, цифровых технологий управления (BIM-моделирование, CRM-системы) и продуманной маркетинговой стратегии позволяет повысить прозрачность и эффективность инвестиционно-строительной деятельности. Успешное планирование является основным инструментом устойчивого развития строительного сектора и укрепления инвестиционного потенциала региона [10].

### **Список литературы**

1. Ковтун, Е. Н. эффективность реализации инвестиционно-строительных проектов / Е. Н. Ковтун, С. М. Молчанова // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 1, № 2(143). – С. 89-95.
2. Кремнев, К. В. Этапы организации инвестиционно-строительного проекта / К. В. Кремнев // Современные проблемы материаловедения : Сборник научных трудов VI Международной научно-практической конференции, Липецк, 27 февраля 2025 года. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, 2025. – С. 139-142.
3. Арчакова, С. Ю. Учет рисков в деятельности строительных организаций / С. Ю. Арчакова, А. С. Шувалова, А. И. Казарцева // Строительство и недвижимость. – 2018. – № 2-1(3). – С. 40-46.
4. 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.
5. Чеснокова, Е. А. Внедрение BIM-технологий для более эффективного управления объектами недвижимости / Е. А. Чеснокова, В. В. Хохлова, А. С. Чесноков // Организация строительного производства : Материалы II Всероссийской научной конференции, Санкт-Петербург, 04–05 февраля 2020 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2020. – С. 169-173.
6. Чеснокова, Е. А. Механизм взаимодействия участников инвестиционно - строительной деятельности с применением эскроу-счета / Е. А. Чеснокова, А. В. Ракова, А. С. Чесноков // Строительство и недвижимость. – 2024. – № 1(14). – С. 142-148.
7. Нерозина, С. Ю. Цифровые технологии в современном строительстве - перспективы развития / С. Ю. Нерозина, А. Ю. Клюева, А. М. Платонова // Синтез наук в конкурентной экономике (проблемы современных экономических, правовых и естественных наук в России) : сборник статей по материалам IX Международной научно-практической конференции, Воронеж, 23–25 октября 2021 года / Европейская академия естественных наук, Воронежский государственный технический университет. Том 1. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2021. – С. 150-160.
8. Чеснокова, Е. А. Особенности планирования и контроля в управлении организаций жилищной сферы на основе надежности системы / Е. А. Чеснокова, Н. А. Понянина, С. Ю. Арчакова // Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия : III Международная научно-практическая конференция, Новосибирск, 15–16 августа 2014 года. Том 3, Часть 3. – Новосибирск: Международный Научный институт "Educatio", 2014. – С. 12-15.
9. Сегаев, И. Н. Бизнес-планирование инвестиционно-строительной деятельности : Курс лекций по направлению подготовки 08.04.01 "Строительство" (направленность "Управление инвестиционно-строительной деятельностью") / И. Н. Сегаев. – Пенза : Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2022. – 112 с.
10. Чубаркина, И. Ю. Элементы стратегического планирования в инвестиционно-строительной деятельности / И. Ю. Чубаркина // Экономика и предпринимательство. – 2023. – № 4(153). – С. 796-799.

### List of references

1. Kovtun, E. N. Efficiency of implementation of investment and construction projects / E. N. Kovtun, S. M. Molchanova // Economy and Management: Problems, Solutions. - 2024. - Vol. 1, No. 2 (143). - P. 89-95.
2. Kremnev, K. V. Stages of organization of investment and construction project / K. V. Kremnev // Modern problems of materials science: Collection of scientific papers of the VI International scientific and practical conference, Lipetsk, February 27, 2025. - Lipetsk: Lipetsk State Technical University, 2025. - P. 139-142.
3. Archakova, S. Yu. Risk accounting in the activities of construction organizations / S. Yu. Archakova, A. S. Shuvalova, A. I. Kazartseva // Construction and real estate. – 2018. – No. 2-1(3). – P. 40-46.
4. Nerozina, S. Yu. Organizational and economic mechanism of investment and management of real estate / S. Yu. Nerozina, A. A. Osipov // FES: Finance. Economy. Strategy. – 2023. – Vol. 20, No. 1. – P. 39-45.
5. Chesnokova, E. A. Implementation of BIM technologies for more efficient management of real estate objects / E. A. Chesnokova, V. V. Khokhlova, A. S. Chesnokov // Organization of construction production: Proceedings of the II All-Russian scientific conference, St. Petersburg, February 4–5, 2020. – Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 2020. – Pp. 169-173.
6. Chesnokova, E. A. Mechanism of interaction between participants in investment and construction activities using an escrow account / E. A. Chesnokova, A. V. Rakova, A. S. Chesnokov // Construction and Real Estate. – 2024. – No. 1 (14). – Pp. 142-148.
7. Nerozina, S. Yu. Digital technologies in modern construction - development prospects / S. Yu. Nerozina, A. Yu. Klyueva, A. M. Platonova // Synthesis of sciences in a competitive economy (problems of modern economic, legal and natural sciences in Russia): a collection of articles based on the materials of the IX International scientific and practical conference, Voronezh, October 23-25, 2021 / European Academy of Natural Sciences, Voronezh State Technical University. Volume 1. - Voronezh: Publishing and Printing Center "Scientific Book", 2021. - P. 150-160.
8. Chesnokova, E. A. Features of planning and control in the management of housing organizations based on the reliability of the system / E. A. Chesnokova, N. A. Ponyavina, S. Yu. Archakova // Scientific prospects of the XXI century. Achievements and Prospects of the New Century: III International Scientific and Practical Conference, Novosibirsk, August 15-16, 2014. Volume 3, Part 3. - Novosibirsk: International Scientific Institute "Educatio", 2014. - pp. 12-15.
9. Segaev, I. N. Business planning of investment and construction activities: Lecture course in the field of training 08.04.01 "Construction" (focus "Management of investment and construction activities") / I. N. Segaev. - Penza: Penza State University of Architecture and Construction, 2022. - 112 p.
10. Chubarkina, I. Yu. Elements of strategic planning in investment and construction activities / I. Yu. Chubarkina // Economy and Entrepreneurship. - 2023. - No. 4 (153). – P. 796-799.

УДК 658.7

## ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ПРОЕКТА МОДЕРНИЗАЦИИ СКЛАДСКОГО ПОМЕЩЕНИЯ В Г. ВОРОНЕЖЕ

С. Ю. Нерозина, И. К. Шарыгина, А. А. Власов

**Нерозина Светлана Юрьевна**,<sup>1</sup>Воронежский государственный технический университет, кандидат экономических наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью,<sup>2</sup>Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко, кандидат экономических наук, доцент кафедры управления в здравоохранении, E-mail: nerozina@cchgeu.ru

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

**Власов Антон Александрович**, Воронежский государственный технический университет, студент гр. ПЗ-221, E-mail: antonvlas113@gmail.com

**Аннотация:** в статье представлено всестороннее обоснование инвестиционного проекта по модернизации складского помещения площадью 19 000 кв. м в условиях растущего спроса над предложением на рынке складской недвижимости. В ходе мониторинга динамики рынка за 2022-2024 гг. выявлен дефицит современных складских площадей, так как имеется переизбыток морально устаревших существующих объектов, не успевающий за активным развитием электронной коммерции. В работе подробно рассматривается финансово-экономическая модель проекта, которая включает: расчет ключевых показателей эффективности (NPV 186,5 млн. руб., IRR 25,8%); сравнительный анализ сценариев «с модернизацией» и «без модернизации»; прогноз роста чистого операционного дохода (NOI) на 20% в первый год; оценку повышения рыночной стоимости объекта на 541,8 млн. руб. Особое внимание уделено оценке операционных, рыночных и финансовых рисков проекта и методам их минимизации. Предложены практические механизмы управления бюджетом, сроками реализации и достижением плановых показателей. В результате изучения данного вопроса выявлена высокая инвестиционная привлекательность проекта и его стратегическая значимость для заполнения рыночной ниши современных логистических мощностей. Материалы статьи могут быть использованы при разработке аналогичных проектов модернизации коммерческой недвижимости.

**Ключевые слова:** складское помещение, спрос, предложение, проект, инвестиции, модернизация, финансовые показатели.

## ASSESSMENT OF THE INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF THE WAREHOUSE MODERNIZATION PROJECT IN VORONEZH

S. Y. Nerozina, I. K. Sharygina, A. A. Vlasov

**Nerozina Svetlana Yurievna**,<sup>1</sup>Voronezh State Technical University, PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Technology, Construction Organization, Expertise and Real Estate Management,<sup>2</sup>Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Healthcare Management, E-mail: nerozina@cchgeu.ru

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

**Vlasov Anton Alexandrovich**, Voronezh State Technical University, student gr. PZ-221, E-mail: antonvlas113@gmail.com

**Annotation:** the article provides a comprehensive justification for an investment project to modernize a warehouse with an area of 19,000 square meters. m in conditions of growing demand over supply in the warehouse real estate market. Monitoring of market dynamics for 2022-2024 revealed a shortage of modern warehouse space, as there is an oversupply of obsolete existing facilities that are not keeping pace with the active development of e-commerce. The paper considers in detail the financial and economic model of the project, which includes: calculation of key performance indicators (NPV 186.5 million RUB, IRR 25.8%); comparative analysis of the "with modernization" and "without modernization" scenarios; forecast of net operating income (NOI) growth by 20% in the first year; estimate of an increase in the market value of the facility by 541.8 million rubles. Special attention is paid to the assessment of operational, market and financial risks of the project and methods of their minimization. Practical mechanisms for managing the budget, deadlines for implementation and achievement of targets are proposed. As a result of studying this issue, the high investment attractiveness of the project and its strategic importance for filling the market niche of modern logistics facilities have been revealed. The materials of the article can be used in the development of similar projects for the modernization of commercial real estate.

**Keywords:** warehouse, demand, supply, project, investment, modernization, financial indicators.

На данный момент в России ощущается острая необходимость в складских помещениях в связи с развитием электронной коммерции (E-commerce). Но имеющиеся текущие предложения не соответствуют требованиям потенциального потребителя [1]. В связи с тем, что большая часть функционирующих складских помещений относятся к сооружениям прошлого тысячелетия. В соответствии с этим данные объекты являются морально устаревшими: ручной учет и документооборот, отсутствие интеграции с автоматизированными системами, устаревшее климатическое оборудование и т. д. Моральное устаревание – это процесс обесценивания активов, вызванный появлением более современных, эффективных и производительных аналогов [2,3].

Несмотря на очевидный рост спроса и отставание фактического предложения от рыночных показателей, для объективного подтверждения сложившейся ситуации на рынке, необходимо обратиться к статистике и рассмотреть её более наглядно (см. табл. 1).

**Таблица 1**

**Сравнительный анализ спроса и предложения за 2022-2024 гг. на складские помещения**

Отрасль	2022 г., %	2023 г., %	2024 г., %	Базисный темп прироста, п. п.	Цепной темп прироста, п. п.
Предложение					
Складские помещения	15	10	7	2,14	1,43
Спрос					
Складские помещения	10	3	2	5	1,5

В данной таблице предложение на складские помещения в соответствии с базисным темпом прироста выросло в 2024 году на 2,14 п. п. по сравнению с 2022 годом. Цепной темп

прироста показывает рост предложения в 2024 году на 1,43 п. п. по сравнению с 2023 годом. Спрос по складским помещениям вырос на 5 п. п. в 2024 году по сравнению с 2022 годом. Цепной темп прироста по спросу на 2024 год вырос на 1,5 процента по сравнению с 2023 годом [4].

Спрос по данному периоду превышает предложение, что наглядно показывает острую необходимость в складских помещениях различного типа.

Рассмотрен проект разработки модернизации складского помещения, находящегося по адресу Ленинский проспект, д. 156 в г. Воронеж. Склад имеет хорошие логистические артерии, а именно близость к трассе федерального значения М4 Москва-Новороссийск и Южно-восточной железной дороге, которая связывает Южные районы страны с Центральным районом, Поволжьем и Уралом, что является его экономическим преимуществом. Однако, существует много факторов, снижающих привлекательность, и, как следствие, спрос и рентабельность этого объекта. Модернизация складских помещений требует крупных капиталовложений, и инвесторы помогают решить такие ключевые задачи как: расходы на закупку оборудования, усиление и перепланировка конструкций и внедрение программного обеспечения (ПО) [5-7].

Предлагается изучить наиболее детально динамику финансовых показателей за отчетный и предыдущий период по объекту недвижимости (см. табл. 2).

**Таблица 2**  
**Динамика финансовых результатов и показателей рентабельности за 2023-2024 гг.**

Показатели	2023 г.	2024 г.	Абсолютный рост	Изменения темпа роста, %
Выручка, тыс. руб.	70 744	75 696	4 952	106,99
Себестоимость, тыс. руб.	31 524	33 100	1 576	104,99
Валовая прибыль, тыс. руб.	39 220	42 596	3 376	108,61
Чистая прибыль, тыс. руб.	31 376	34 077	2 701	108,61
Рентабельность продаж (ROS), %	44,4	45,0	0,06 п. п.	-
Рентабельность затрат (ROCE), %	99,5	103,0	3,5 п. п.	-

По динамике результатов и показателей рентабельности, можно сказать, что чистая прибыль в 2024 г. увеличилась по сравнению с 2023 г. на 8,61% или 2701 тыс. руб.

Рентабельность продаж в 2024 г. выросла по сравнению с 2023 г. на 0,06 п. п., а рентабельность затрат в рассматриваемом периоде выросла на 3,6 п. п. Всё это свидетельствует о эффективном управление финансами, финансовой устойчивости, конкурентном преимуществе и, соответственно, возможности расширения бизнеса.

Несмотря на достаточно хорошие финансовые показатели, вложение большей части свободных денежных средств для оптимизации бизнеса может повлечь за собой ряд трудностей, таких как:

- 1) риски ликвидности и операционной деятельности (потеря платежеспособности, упущеные выгодные возможности);
- 2) финансовые риски (риск долговой нагрузки, сложность в управлении денежными потоками, невозможность рефинансирование);
- 3) стратегические и репутационные риски (снижение гибкости и маневренности, потеря доверия контрагентов, операционный стресс).

Дополнительные инвестиционные средства в данном случае необходимы для существенного увеличения будущих денежных потоков, путем увеличения арендного дохода и валовой прибыли. Для модернизации необходимо будет вложить порядка 150 000 тыс. руб.

В рамках исследования построена финансовая модель на 10 лет, так как этот срок является оптимальным и позволяет:

- 1) учесть горизонт стратегического планирования и жизненного цикла;
- 2) корректно оценить стоимость при продаже;
- 3) учесть долгосрочные тенденции;
- 4) повышать точность расчетов ключевых показателей (NPV, IRR);
- 5) соответствовать ожиданиям рынков и инвесторов [8].

Модель начинает строиться с расчета ставки дисконтирования ( $r$ ), которая отражает требуемую инвесторами доходность с учетом всех рисков. В данном случае используется средневзвешенная стоимость капитала (WACC).

$$r = R_f + \beta * R_p, \text{ где} \quad (1)$$

$R_f$  - безрисковая ставка;

$R_p$  - премия за риск;

$\beta$  - бета-коэффициент.

$$r = 17\% + 0,9 * 4\% = 20,6\% \approx 21\%$$

Исходя из расходов, принимаемая годовая доходность, требуемая инвестором будет составлять около 21% от его вложений.

Далее необходимо рассчитать денежные потоки и чистую приведенную стоимость (NPV).

Чистая приведенная стоимость (NPV) - это сумма всех будущих денежных потоков, приведенных к текущему моменту, за вычетом первоначальных инвестиций.

Первоначальные инвестиции составляют 150 000 тыс. руб. Валовая прибыль (NOI) используется для расчета вместо свободного денежного потока [9].

Расчет денежных потоков без модернизации и с модернизацией складских помещений для проекта представлен в таблице 3.

**Таблица 3**  
**Расчет денежных потоков**

<b>Без модернизации</b>		
<b>Год</b>	<b>NOI, тыс. руб.</b>	<b>Совокупный денежный поток (CF), тыс. руб.</b>
0	-	*
1	42 596	42 596
2	44 726	44 726
3	46 962	46 962
4	49 310	49 310
5	51 776	51 776
6	54 364	54 364
7	57 083	57 083
8	59 937	59 937
9	62 934	62 934
10	66 0800	66 080

## Продолжение табл. 3

<b>С модернизацией</b>		
0	-	-
1	51 115	51 115
2	55 204	55 204
3	59 621	59 621
4	64 390	64 390
5	69 542	69 542
6	75 105	75 105
7	81 113	81 113
8	87 602	87 602
9	94 611	94 611
10	102 180	102 180

Видно, что стоимость продажи объекта недвижимости без модернизации через 10 лет будет составлять 660 800 тыс. руб., с модернизацией же 1 202 600 тыс. руб.

Далее рассматриваются дисконтированные денежные потоки и рассчитывается NPV, это необходимо для:

- 1) учета стоимости денег во времени;
- 2) сравнения объектов инвестиций на объективной основе;
- 3) учета возможных инвестиционных рисков;
- 4) принятия инвестиционного решения;
- 5) оценки стоимости.

Формула дисконтирования:

$$PV = \frac{VF_n}{(1+r)^n}, \text{ где} \quad (2)$$

PV - текущая (приведенная) стоимость,

VF<sub>n</sub> - будущая стоимость,

r - ставка дисконтирования,

n - количество периодов.

Расчет дисконтированных денежных потоков и NPV показан в таблице 4.

**Таблица 4**  
**Дисконтирование денежных потоков и расчет NPV**

<b>Без модернизации</b>			
Год	CF, тыс. руб	Коэф. дисконтирования	PV, тыс. руб.
0	-	-	-
1	42 596	0,8772	37 363
2	44 726	0,7695	34 409
3	46 962	0,6750	31 694
4	49 310	0,5921	29 190
5	51 776	0,5194	26 886
6	54 364	0,4556	24 763
7	57 083	0,3996	22 806
8	59 937	0,3506	21 004
9	62 934	0,3075	19 346
10	726 880	0,2697	196 077
Сумма PV(A)			443 538

## Продолжение табл. 4

<b>С модернизацией</b>			
0	-150000	1,000	-150000
1	51 115	0,8772	44 831
2	55 204	0,7695	42 473
3	59 621	0,6750	40 239
4	64 390	0,5921	38 118
5	69 542	0,5194	36 115
6	75 105	0,4556	34 213
7	81 113	0,3996	32 413
8	87 602	0,3506	30 710
9	94 611	0,3075	29 089
10	1 304 780	0,2697	351 858
Сумма PV(B)			630 052

Чистая приведённая стоимость (NPV) - показывает, сколько прибыли принесет проект с учетом временной стоимости денег. Без модернизации NPV составит 443 538 тыс. руб., с модернизацией – 630 052 тыс. руб.

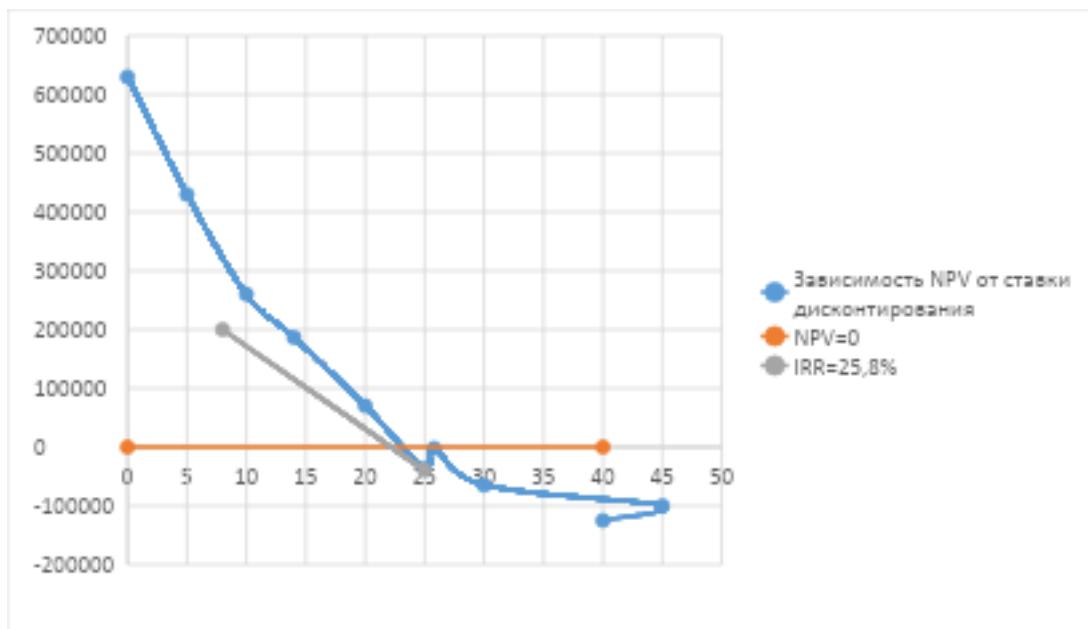
Для определения эффективности инвестиций будет использоваться внутренняя норма доходности (IRR), представленная в таблице 5.

**Таблица 5**  
**Расчет IRR**

Год	Проект с модернизацией	Проект без модернизации	Разница, тыс. руб.
0	-150 000	0	-150 000
1	51 515	42 596	8 519
2	55 204	44 726	10 478
3	59 621	46 962	12 659
4	64 390	49 310	15 080
5	69 542	51 776	17 766
6	75 105	54 364	20 741
7	81 113	57 083	24 030
8	87 602	59 937	27 665
9	94 611	62 934	31 677
10	1 304 780	726 880	577 900

В данном случае IRR примерно 25,8%, что является достаточно хорошим результатом.

На графике представлена зависимость NPV от ставки дисконтирования (рис. 1).



**Рис. 1. Зависимость NPV от ставки дисконтирования**

Оценивая все рассчитанные показатели, можно прийти к следующим выводам:

- 1) вложения в модернизацию увеличит общую доходность склада на 186,5 млн. руб.;
- 2) доходность вложений будет составлять 25,8% годовых, что выше стоимости капитала (21%);
- 3) стоимость модернизированного объекта при продаже увеличится на 541,8 млн. руб.

В целом проект является целесообразным и инвестиционно-привлекательным за счет своей высокой доходности (25,8%), качественного улучшения актива, роста операционной эффективности, укрепления конкурентных позиций и обеспечивает долгосрочный устойчивый рост бизнеса.

Безусловно, любые инвестиции предполагают возможный комплекс рисков, связанных с различными экономическими трудностями. Соответственно, для анализа и предотвращения возможных рисков должно применяться проактивное управление [10-12].

### Список литературы

1. Нерозина, С. Ю. Стратегический выбор схемы бюджетирования проекта: экономический анализ и практические подходы / С. Ю. Нерозина, Г. Е. Габриелян, М. А. Рахманов, П. О. Семенов // Строительство и недвижимость. – 2025. – № 5(20). – С. 65-73.
2. Нерозина, С. Ю. Расчет экономической эффективности внедрения инвестиционно-строительных проектов : Методические указания к выполнению курсовых работ для обучающихся всех форм обучения по направлению 08.04.01 «Строительство» программа «Теория и практика организационно-технологических и экономических решений». – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2021. – 21 с.
3. Крошечкин, Е. П. Складской сегмент как катализатор инвестиций в коммерческую недвижимость в Российской Федерации / Е. П. Крошечкин, Д. С. Рудницкий // Экономика, предпринимательство и право. – 2025. – Т. 15, № 5. – С. 3365-3382.
4. Нерозина, С. Ю. Методы оценки и управления финансовыми рисками с целью принятия эффективных решений в процессе деятельности строительных организаций / С. Ю. Нерозина // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2024. – № 4(58). – С. 39-48.

5. Иванова, Н. А. Управление коммерческой недвижимостью: учебник (программа подготовки кадров высшей квалификации «Землеустройство и кадастры») / Н. А. Иванова, И. В. Таранова, В. М. Столяров. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2025. – 226 с.
6. Нестерова, Н. С. Управление IT-проектом модернизации складского учета предприятия / Н. С. Нестерова // Вестник ИМСИТ. – 2020. – № 4(84). – С. 41-43.
7. Зайцева, И. А. Экономическая оценка модернизации системы снабжения нефтепродуктами на топливных складах / И. А. Зайцева // Транспортное дело России. – 2023. – № 4. – С. 102-105.
8. Чеснокова, Е. А. Методологические основы инструмента управления недвижимостью: Учебное пособие для студентов всех форм обучения по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», 08.04.01 «Строительство» / Е. А. Чеснокова, С. Ю. Нерозина. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – 51 с.
9. 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.
10. Яковлев, С. С. Анализ и оптимизация складских систем / С. С. Яковлев, А. Г. Волошко // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 135-139.
11. Васильев, А. А. Модернизация системы складирования: инновационные формы организации складской деятельности / А. А. Васильев // Способы, модели и алгоритмы управления модернизационными процессами: сборник статей Международной научно-практической конференции, Тюмень, 05 октября 2020 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна", 2020. – С. 49-52.
12. Бондарева, М. В. Современные тенденции развития рынка складской недвижимости / М. В. Бондарева, Д. А. Первак // Вестник евразийской науки. – 2025. – Т. 17, № S1.

### List of references

1. Nerozina, S. Y. Strategic choice of the project budgeting scheme: economic analysis and practical approaches / S. Y. Nerozina, G. E. Gabrielyan, M. A. Rakhmanov, P. O. Semenov // Construction and Real estate. – 2025. – № 5(20). – Pp. 65-73.
2. Nerozina, S. Y. Calculation of the economic efficiency of the implementation of investment and construction projects : Methodological guidelines for the completion of coursework for students of all forms of education in the field 08.04.01 "Construction" program "Theory and practice of organizational, technological and economic solutions". Voronezh: Voronezh State Technical University, 2021. 21 p.
3. Kroshechkin, E. P. Warehouse segment as a catalyst for investment in commercial real estate in the Russian Federation / E. P. Kroshechkin, D. S. Rudnitsky // Economics, entrepreneurship and Law. – 2025. – Vol. 15, No. 5. – pp. 3365-3382.
4. Nerozina, S. Y. Methods of financial risk assessment and management in order to make effective decisions in the process of construction organizations / S. Y. Nerozina // Scientific Journal. Engineering systems and structures. – 2024. – № 4(58). – Pp. 39-48.
5. Ivanova, N. A. Commercial real estate management: textbook (training program for highly qualified personnel "Land management and cadastre") / N. A. Ivanova, I. V. Taranova, V. M. Stolyarov. Kursk: CJSC "University Book", 2025. 226 p.
6. Nesterova, N. S. Management of the IT project of modernization of warehouse accounting of the enterprise / N. S. Nesterova // IMSIT Bulletin. – 2020. – № 4(84). – Pp. 41-43.
7. Zaitseva, I. A. Economic assessment of the modernization of the oil product supply system at fuel depots / I. A. Zaitseva // Transport business of Russia. – 2023. – No. 4. – pp. 102-105.

8. Chesnokova, E. A. Methodological foundations of a real estate management tool: Textbook for students of all forms of education in the field of 08.03.01 "Construction", 08.04.01 "Construction" / E. A. Chesnokova, S. Yu. Nerozina. – Kursk: Closed Joint-stock Company "University Book", 2023. – 51 p.
9. 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.
10. Yakovlev, S. S. Analysis and optimization of warehouse systems / S. S. Yakovlev, A. G. Voloshko // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2024. – No. 7. – pp. 135-139.
11. Vasiliev, A. A. Modernization of the warehousing system: innovative forms of organization of warehouse activities / A. A. Vasiliev // Methods, models and algorithms for managing modernization processes: collection of articles of the International Scientific and Practical Conference, Tyumen, October 05, 2020. Ufa: Aeterna Limited Liability Company, 2020, pp. 49-52.
12. Bondareva, M. V. Modern trends in the development of the warehouse real estate market / M. V. Bondareva, D. A. Pervak // Bulletin of Eurasian Science. – 2025. – Vol. 17, No. S1.

## МЕХАНИЗМ ОТКРЫТИЯ СЧЕТОВ ЭСКРОУ В РАМКАХ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКОНА № 214-ФЗ

Е. А. Чеснокова, А. С. Чесноков, А. В. Торсунов

**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)

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

**Торсунов Андрей Викторович**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. змТПР-231, E-mail: [andreitorsunov@yandex.ru](mailto:andreitorsunov@yandex.ru)

**Аннотация:** статья посвящена анализу механизма использования эскроу-счетов в долевом строительстве, введенного масштабными поправками в Федеральный закон № 214-ФЗ. Рассматриваются ключевые причины перехода на новую модель финансирования, призванную защитить права дольщиков и повысить прозрачность рынка недвижимости. Подробно разбирается юридическая и финансовая схема работы эскроу-счетов: роль застройщика, банка-эскроу-агента и дольщика. Особое внимание уделяется этапам открытия и функционирования счета, а также условиям раскрытия средств (разблокировки) для застройщика. Статья будет полезна потенциальным участникам долевого строительства, желающим понять принципы работы новой системы, а также специалистам, начинающим работу в изменившихся правовых условиях.

**Ключевые слова:** долевое строительство, эскроу-счета, застройщик, договор долевого участия.

## MECHANISM FOR OPENING ESCROW ACCOUNTS WITHIN THE FRAMEWORK OF FEDERAL LAW No. 214-FZ

Е. А. Чеснокова, А. С. Чесноков, А. В. Торсунов

**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)

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

**Torsunov Andrey Viktorovich**, Voronezh State Technical University, Master's student gr. змТПР-231, E-mail: [andreitorsunov@yandex.ru](mailto:andreitorsunov@yandex.ru)

**Abstract:** this article analyzes the mechanism for using escrow accounts in shared construction, introduced by major amendments to Federal Law No. 214-FZ. It examines the key reasons for the transition to a new financing model designed to protect the rights of equity holders and increase transparency in the real estate market. It examines in detail the legal and financial framework for escrow accounts, including the roles of the developer,

the escrow agent bank, and the equity holder. Particular attention is paid to the stages of account opening and operation, as well as the conditions for the disclosure (unblocking) of funds for the developer. This article will be useful for potential equity construction participants seeking to understand the operating principles of the new system, as well as for professionals beginning their work in the changed legal environment.

**Key words:** shared construction, escrow accounts, developer, equity participation agreement.

С 1 июля 2019 года российский рынок долевого строительства пережил фундаментальную трансформацию, связанную с введением нового механизма финансирования через эскроу-счета. Основой для этих изменений послужили масштабные поправки в Федеральный закон от 30.12.2004 № 214-ФЗ «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости» [1]. Цель реформы - минимизировать риски граждан-дольщиков, исключить возможность нецелевого использования их средств застройщиками и создать более устойчивую и прозрачную систему жилищного строительства.

До введения новой модели действовала схема прямого привлечения денег дольщиков на специальные счета застройщика. Эта система имела ряд критических недостатков:

- риски нецелевого использования, когда застройщик мог использовать средства с одного объекта для финансирования другого или для погашения иных долгов [2].
- «долгострои» и банкротства: при возникновении финансовых трудностей у застройщика строительство замораживалось, а деньги дольщиков оказывались потерянными.
- отсутствие гарантий: дольщик, по сути, выступал в роли некредитованного инвестора, принимая на себя все риски банкротства застройщика.

Эскроу-механизм призван устраниć эти проблемы, сделав банк финансовым гарантом и посредником между дольщиком и застройщиком, но и управлять переводом денежных средств, гарантируя надежность сделки для обеих сторон на момент покупки квартиры [3-4]. Однако у этой новой системы есть как преимущества, так и недостатки, они представлены на рисунке 1.



**Рис. 1. Преимущества и недостатки счета эскроу**

Далее рассмотрим механизм открытия счетов эскроу с такими участниками как застройщик, дольщик, банк-эскроу-агент (рис. 2).



**Рис. 2. Этапы открытия эскроу-счетов**

На 1 этапе застройщик выбирает банк-эскроу-агент и заключает с ним соглашение об открытии эскроу-счетов для конкретного объекта строительства. В свою очередь дольщик и застройщик заключают ДДУ, который является основанием для открытия индивидуального эскроу-счета [5]. И, следовательно, банк открывает эскроу-счет на имя застройщика, бенефициаром по которому выступает дольщик. Счет носит обезличенный характер и предназначен исключительно для расчетов по конкретному ДДУ.

На 2 этапе осуществляется перевод денежных средств дольщиком в соответствии с графиком платежей по ДДУ.

Третий этап непосредственно заключается в строительстве объекта, но не всегда у застройщика есть собственные средства, следовательно для финансирования строительства он привлекает кредитные средства у того же банка-эскроу-агента (или у консорциума банков). Это так называемый «проектный кредит». Таким образом, банк, выдавая кредит, принимает на себя риски по завершению строительства, тщательно оценивая финансовое состояние и экспертизу застройщика.

Четвертый этап это ключевой момент всей схемы: деньги дольщика передаются застройщику только при одновременном выполнении двух условий, прописанных в законе и договоре:

1. Получение разрешения на ввод объекта в эксплуатацию.

2. Регистрация права собственности первого дольщика на объект недвижимости в Росреестре. Фактически это означает, что права дольщика по ДДУ переоформлены в право собственности на конкретную квартиру.

Только после этого банк производит расчет: он перечисляет средства с эскроу-счета застройщику, одновременно гасится проектное финансирование (кредит застройщика). Если условия не выполнены в установленный срок (как правило, это срок действия ДДУ), средства на эскроу-счете возвращаются дольщику в полном объеме.

Механизм эскроу-счетов, введенный в рамках 214-ФЗ [1], кардинально изменил ландшафт долевого строительства в России. Он перераспределил риски с конечного потребителя (дольщика) на профессиональных участников рынка - застройщиков и банки. Несмотря на некоторые издержки в виде роста цен, главным достижением системы является беспрецедентный уровень защищенности граждан, инвестирующих в строящееся жилье. Успешность реализации проекта теперь зависит от финансовой устойчивости застройщика и контроля со стороны банка, что в долгосрочной перспективе должно привести к оздоровлению всей отрасли.

## Список литературы

1. Федеральный закон от 04.08.2023 № 421-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202308040012>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 19.11.2025).
2. Чеснокова, Е. А. Управление инвестиционной стоимостью объекта недвижимости на основе модели количественной оценки рисков / Е. А. Чеснокова, А. С. Чесноков // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. - 2022. - Т. 19 -№ 1. - С. 33-38.
3. Чеснокова, Е. А. Исследование современных тенденций реализации объектов недвижимости с учетом долевого строительства / Е.А. Чеснокова, Е.Е. Швырева, М.Н. Наумова // Строительство и недвижимость. - 2021. - №2 (9). - С. 98-103.
4. Чеснокова, Е. А. Совершенствование механизмов финансирования в долевом строительстве / Е. А. Чеснокова, А. В. Ракова, А. С. Чесноков // Инженерные системы и сооружения. - 2024. - № 2 (56). - С. 49-54.
5. Чеснокова, Е. А. Механизм взаимодействия участников инвестиционно - строительной деятельности с применением эскроу-счета / Е. А. Чеснокова, А. В. Ракова, А. С. Чесноков // Строительство и недвижимость. - 2024. - №1 (14). - С. 142-148.

## List of references

1. Federal Law No. 421-FZ dated 08/04/2023 "On Amendments to the Federal Law "On Participation in the Shared Construction of Apartment Buildings and Other Real Estate Objects and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation" [Electronic resource]. Access mode: URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202308040012> , Title. From the screen. – In Russian (accessed: 11/19/2025).
2. Chesnokova, E. A. Management of the investment value of a real estate object based on a quantitative risk assessment model / E. A. Chesnokova, A. S. Chesnokov // FES: Finance. Economy. Strategy. - 2022. - Vol. 19 - No. 1. - Pp. 33-38.
3. Chesnokova, E. A. Research of modern trends in the sale of real estate objects taking into account shared construction / E. A. Chesnokova, E. E. Shvyрева, M.N. Naumova // Construction and real estate. - 2021. - No. 2 (9). - P. 98-103.
4. Chesnokova, E. A. Improving financing mechanisms in shared construction / E. A. Chesnokova, A. V. Rakova, A. S. Chesnokov // Engineering systems and structures. - 2024. - No. 2 (56). - P. 49-54.
5. Chesnokova, E. A. Mechanism of interaction between participants in investment and construction activities using an escrow account / E. A. Chesnokova, A. V. Rakova, A. S. Chesnokov // Construction and real estate. - 2024. - No. 1 (14). - P. 142-148.

Научное издание

**СТРОИТЕЛЬСТВО И НЕДВИЖИМОСТЬ**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Выпуск № 6 (21), 2025

Дата выхода в свет: 01.12.2025.  
Объем данных 32,6 Мб

---

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»  
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84