



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

ISSN 2949-3749 (Online)

## СТРОИТЕЛЬСТВО И НЕДВИЖИМОСТЬ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



# ВГТУ

Выпуск № 3 (24), 2026

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

Журнал издается 6 раз в год

**СТРОИТЕЛЬСТВО И НЕДВИЖИМОСТЬ**

**Редакционная коллегия**

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

**Члены редакционной коллегии**

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

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

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

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

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

© Строительство и недвижимость, 2026

© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2026

## **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.

Данный выпуск посвящен 66-й научно-технической конференции, которая проходила в рамках ежегодных Дней науки ВГТУ. Основной темой докладов стали актуальные проблемы в сфере технологии и организации строительства, эксплуатации объектов недвижимости, а также затронуты экономические и управленческие вопросы в области строительства.

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

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

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

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

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



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

Мищенко В.Я.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ

- Корытов Р. В., Зуева В. А.** 6  
Влияние облика среды и архитектуры лечебно-оздоровительных учреждений на самочувствие детей

### ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

- Арзуманов Арб. А., Косовцева И. А., Осьминин А. В.** 12  
Применение BIM - проектирования при капитальном ремонте зданий и сооружений
- Арзуманов Арб. А., Столярова Т. А., Шевлякова А. Ф.** 19  
Использование искусственного интеллекта для анализа геологических данных при подземном строительстве
- Казаков Д. А., Нерозина С. Ю., Кривцова А. С., Вожова Ю. Л.** 26  
Новые технологии в восстановлении объектов культурного наследия
- Круглякова В. М., Чернов А. С.** 33  
Реконструкция и модернизация как комплексная форма развития объектов санаторно-курортного назначения кавказских минеральных вод
- Матренинский С. И., Сапелкин Р. И., Крутских О. П., Фомичева А. А.** 40  
Защитные покрытия из каутона для изоляции стальных трубопроводов, эксплуатирующихся в условиях арктического региона
- Мищенко В. Я., Матренинский С. И., Сапелкин Р. И., Крутских О. П.** 47  
Вулканизации каутона при формировании защитных покрытий строительных конструкций
- Сергеева А. Ю., Зимоглядова Я. О., Мясичев Р. Ю., Сергеев Ю. Д.** 54  
Проведение обмеров и вскрытий при определении капитальности объектов в рамках строительно-технической экспертизы

### УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

- Горбанева Е. П., Агафонов С. М., Ровенских И. В., Семёнов П. О.** 62  
Организационное и информационное моделирование систем на этапе строительства жизненного цикла объекта

<b>Коротеев Д. Д., Тюленева П. В.</b> Нормативно-правовое регулирование жизненного цикла объектов индивидуального жилищного строительства	70
<b>Мещерякова О. К., Мещерякова М. А., Мирошник И. В., Чечин К. А.</b> Сравнительный анализ зарубежных моделей управления жизненным циклом и особенностей их внедрения в России	78
<b>Чеснокова Е. А., Пашенцева А. А., Денисенко С. А., Устинов И. Д.</b> Оценка окупаемости зелёных технологий в девелопменте (на примере эксплуатируемых «зелёных» кровель)	86

### **РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА**

<b>Круглякова В. М., Спесивцев С. И.</b> Организационно-методическое обеспечение судебного оспаривания кадастровой стоимости недвижимости – современные тенденции и проблемы	94
---	----

## ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ

УДК 72.012:712

### ВЛИЯНИЕ ОБЛИКА СРЕДЫ И АРХИТЕКТУРЫ ЛЕЧЕБНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ НА САМОЧУВСТВИЕ ДЕТЕЙ

**Р. В. Корытов, В. А. Зуева**

---

**Корытов Роман Викторович**, Воронежский государственный технический университет, старший преподаватель кафедры дизайна, E-mail: rvkorytov@yandex.ru

**Зуева Виктория Алексеевна**, Воронежский государственный технический университет, студент гр. БДАС-211, E-mail: miss.nekrilova2017@gmail.com

---

**Аннотация:** в статье рассматривается проблема влияния архитектурного облика сооружений и среды лечебно-оздоровительных учреждений на самочувствие и психику детей. Увядающие санаторные комплексы и учреждения для профилактики заболеваний не подвергаются реновации и улучшению, и одной из причин является плохая осведомлённость о влиянии окружающей среды на состояние и психику человека. Но в эпоху повышения уровня стресса и тревожности не только взрослых, но и детей, архитектура и правильная организация среды играют важную роль. Современные дети и подростки чаще подвергаются различным заболеваниям, и переживания, возникающие на этом фоне, не должны усугубляться давлением окружающей среды. В статье приведены подробные примеры мер по улучшению вышеупомянутой проблемы с примерами.

**Ключевые слова:** оздоровительные учреждения, архитектурная среда, организация среды, санаторий.

### THE IMPACT OF THE ENVIRONMENT AND ARCHITECTURE OF HEALTH AND WELLNESS FACILITIES ON CHILDREN'S WELL-BEING

**R. V. Korytov, V. A. Zueva**

---

**Korytov Roman Viktorovich**, Voronezh State Technical University Senior Lecturer in the Department of Design, E-mail: rvkorytov@yandex.ru

**Zueva Viktoria Alekseevna**, Voronezh State Technical University, student gr. BDAS-211, E-mail: miss.nekrilova2017@gmail.com

---

**Abstract:** this article examines the impact of the architectural design of buildings and the environment at health and wellness facilities on children's well-being and mental health. Deteriorating sanatorium complexes and disease prevention facilities are not undergoing renovation or improvement, and one of the reasons is a lack of awareness regarding the impact of the environment on human health and mental well-being. However, in an era of rising stress and anxiety levels among not only adults but also children, architecture and the proper organization of the environment play a crucial role. Today's children and adolescents are more prone to various illnesses, and the emotional distress arising from this

should not be exacerbated by environmental pressures. This article provides detailed examples of measures to address the aforementioned problem, complete with case studies.

**Keywords:** health resorts, architectural environment, environmental design, health resort.

Современные исследования в области архитектуры, психологии и медицины всё настойчивее подтверждают: здоровье ребёнка зависит не только от врачей, лекарств и режима дня, но и от того, в какой пространственной и визуальной среде он живёт, лечится и отдыхает. Архитектурный образ оздоровительного учреждения является самостоятельным терапевтическим фактором.

Оздоровительные учреждения для детей - санатории, реабилитационные центры, детские оздоровительные лагеря с каждым годом занимают больше места в жизни каждого ребёнка. Их архитектура способна поддерживать или, напротив, подрывать эмоциональную устойчивость, уровень стресса, мотивацию к лечению и даже скорость восстановления.

В настоящее время реабилитация детей и подростков с различными нарушениями здоровья проводится в стационарах больниц, поликлиниках и учреждениях, оказывающих услуги реабилитации и оздоровления. Каждому направлению или группе направлений рекреационной и оздоровительной деятельности должен соответствовать определённый тип архитектурного объекта. В связи с отсутствием каких-либо норм в данной типологии приходится сталкиваться с рядом проблем, такие как: система реабилитации и оздоровления не имеет чёткой структуры; отсутствует системный подход к градостроительному размещению оздоровительных сооружений; внешний вид фасадов реабилитационных учреждений, который не лучшим образом влияет на детскую психику детей, так же как досуговая среда рядом с этими учреждениями [1].

**Архитектурно-стилистические факторы.** Это понятие включает в себя систему элементов, включающая законы, методы и средства архитектурной композиции, пропорциональные характеристики детей и взрослых; тесно взаимодействующую с особенностями психофизиологического и психоэмоционального восприятия окружающей предметно-пространственной среды детьми с теми или иными физическими нарушениями здоровья [2]. Данные факторы выявляют стилистическое направление архитектурного формирования оздоровительных и реабилитационных центров.

Перечислим ключевые архитектурно-стилистические факторы.

**Понятие масштаба и соразмерности:** детский взгляд устроен иначе, чем взрослый. Бетонные здания в стиле советского модернизма воспринимается ребёнком весьма угнетающе. В то же время невысокие, раскидистые по горизонтали постройки с террасами и лоджиями позволяют ребёнку чувствовать себя комфортно в таком пространстве [3]. Это своеобразный принцип «мягкой границы», когда здание разбивается на несколько объёмов, соединённых стеклянными переходами или открытыми галереями. В таком случае оно перестаёт давить своей монументальностью (рис. 1).



**Рис. 1. Пример сомасштабного сооружения [4]**

Особенно важно это для тех, кто прибывает на реабилитацию в состоянии тревожности или после тяжёлых заболеваний. Исследования показывают, что вертикальные акценты, заострённые крыши и тёмные фасадные материалы усиливают чувство дискомфорта у пациентов детских реабилитационных центров. Напротив, округлые формы, низкие вальмовые кровли и светлые тона наружных стен снижают уровень стресса уже через несколько минут пребывания на территории.

**Понятие света в формировании среды:** говоря об оздоровительных учреждениях, мы часто забываем, что солнце работает не только через оконное стекло. Фасадная архитектура - это система светотеней, которая формирует суточный ритм ребёнка. Широкие карнизы, глубокие лоджии, перголы над террасами создают ту самую «переменную освещённость», которая тренирует зрительный аппарат и стабилизирует нервную систему. Ребёнок, играющий во дворе, не должен щуриться от резкого света, но и не должен находиться в постоянной тени (рис. 2).



**Рис. 2. Пример оформления фасада [5]**

При планировке территории детских лагерей и санаториев критически важно учитывать ориентацию корпусов относительно сторон света. Утреннее солнце должно попадать на спальные крылья, тёплый полуденный свет - на столовые зоны с большими витражами, а вечерний - освещать спортивные площадки.

**Сценарная организация территории:** ошибочно считать внешнее пространство оздоровительного учреждения просто тропой от спального корпуса до столовой. Для ребёнка двор - это продолжение лечебного процесса. Когда территория лагеря спроектирована как последовательность определенных сценариев - сухой ручей из гальки, вьющийся между соснами, терраса-амфитеатр для утренней зарядки, прозрачная стена вьющейся розы вместо глухого забора. Ребёнок начинает двигаться сам, исследовать, выбирать маршрут (рис. 3).



**Рис. 3. Пример архитектурно-планировочной структуры [6]**

Архитектурно-планировочная структура должна провоцировать движение, желание перейти к следующему объекту. Извилистые дорожки с разной фактурой покрытия (песок, доски, плитняк) развивают тактильную чувствительность стопы и координацию. Перепады высот в ландшафте - небольшие террасы, подпорные стенки, на которые можно сесть, учат ориентироваться в пространстве детей с нарушениями опорно-двигательного аппарата. Даже материал фасада имеет значение: шероховатая штукатурка или деревянная обшивка призывают прикоснуться и установить тактильный контакт.

Сюда же можно отнести места тихого и активного отдыха для детей. Тихие подразумевают под собой зоны с беседками, скамейками, там, где можно спокойно провести время. В то время как спортивные и детские площадки предназначены для активного отдыха и игр [7].

**Цветовые решения:** многие привыкли к мысли, что детские учреждения должны быть реализованы в кричащих и ярких оттенках. Но внешний облик здания, облаченного в слишком агрессивные цвета, создаёт визуальный шум и дополнительную нагрузку на нервную систему. Умеренные, природные тона фасадов, например, охристый, терракотовый, приглушенный оливковый и серо-голубой, органичнее вписываются в пейзаж и не берут на себя лишнее внимание, растворяясь в среде (рис. 4).



**Рис. 4. Примеры цветовых решений [8]**

Яркими могут быть детали: цветные рамы окон, двери, декоративные элементы крыши. Ещё насыщенные оттенки можно использовать для расстановки доминант (главных элементов) в композиции среды, для навигации и указателей, а также для зонирования территорий [9,10].

Таким образом, можно сделать вывод - среда оздоровительного учреждения должна быть ориентирована на детей. Когда фасад насыщен интересными элементами и деталями, которые притягивают и вызывают интерес, как детей, так и подростков; когда есть места, где можно уединиться и побыть наедине с самим собой; когда территория приветлива и открыта для своего наблюдателя - только тогда начинается исцеление внутреннего состояния и физического здоровья.

### Список литературы

1. Колесникова, Т. Н. Архитектурная среда реабилитационных центров для детей и подростков / Колесникова Т. Н., Богданова К. И., Ильвицкая С. В., Этенко В. П. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. - 2019. - №4 - С. 110-114.
2. Пономарев, Е. С. Особенности архитектурно-планировочной структуры детских оздоровительных лагерей с творческим уклоном на примере российских и зарубежных аналогов / Пономарев Е. С., Петрова Е. Э. // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. - 2021. - №1(55) - С. 135-136.
3. Гайдук, А. Р. Архитектурные принципы формирования детских онкологических клиничко-реабилитационных центров / А. Р. Гайдук. - Текст: непосредственный // Молодой ученый. - 2016. - № 1 (105). - С. 922-925.
4. Малый Фюрстенбергский дворец (Прага) [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <https://wikimaria.org/26034373/ru>, Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 07.05.2026).
5. Жилой дом Спшечна 4 (Варшава) [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <https://atlas.affordablehousingactivation.org/ficha/sprzeczna-4-residential-building/>, Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 07.05.2026).
6. «Темпо» от DEREVO PARK: как проект становится новой вехой в архитектуре Крыма (Саки) [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <https://derevopark.com/blog/statii/tempo-ot-derevo-park-kak-proekt-stanovitsya-novoj-vehoj-v-arhitecture-kryma/>, Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 07.05.2026).

7. Рогачева, И. А. Пространственная организация территорий детских оздоровительных учреждений как фактор развития двигательной активности / Рогачева И. А., Александрова Н. С. // Вестник Шадринского педагогического университета. - 2020.- № 4(48).-С.12-13
8. Многоквартирный дом на улице Рёмерштрассе (Винтертур) [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <https://www.bde.ch/projekte/r%C3%B6merstrasse>, Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 07.05.2026).
9. Джамал, М. Значение архитектурной среды в развитии детей дошкольного возраста / Джамал М. - Innovative Project. - 2016. - Т. 1. - №3. - С. 78-81.
10. Дей, К. «Места, где обитает душа: Архитектура и среда как лечебное средство» / Пер. с англ. В. Л. Глазычева / Кристофер Дей. М.: Ладья, 2000. 280 с: ил.

### List of references

1. Kolesnikova, T. N. Architectural environment of rehabilitation centers for children and adolescents / Kolesnikova T. N., Bogdanova K. I., Ilvitskaya S. V., Etenko V. P. // Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov. - 2019. - No. 4 - pp. 110-114.
2. Ponomarev, E. S. Features of the architectural and planning structure of children's health camps with a creative bias on the example of Russian and foreign analogues / Ponomarev, E. S., Petrova, E. E. // Proceedings of the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering. - 2021. - №1(55) - Pp. 135-136.
3. Gaiduk, A. R. Architectural principles of the formation of pediatric oncological clinical rehabilitation centers / A. R. Gaiduk. - Text: direct // Young scientist. - 2016. - № 1 (105). - Pp. 922-925.
4. The Small Furstenberg Palace (Prague) [Electronic resource]: Available URL: <https://wikimapia.org/26034373/ru> , Title. From the screen. – Yaz. Rus. (date of access: 05/07/2026).
5. Residential building Spsechna 4 (Warsaw) [Electronic resource]: Available URL: <https://atlas.affordablehousingactivation.org/ficha/sprzeczna-4-residential-building/> , Title. From the screen. – In Russian (accessed: 05/07/2026).
6. "Tempo" from DEREVO PARK: how the project becomes a new milestone in the architecture of Crimea (Saki) [Electronic resource]: Available URL: <https://derevopark.com/blog/statii/tempo-ot-derevo-park-kak-proekt-stanovitsya-novoj-vehoj-v-arhitekture-kryma/> , Title. From the screen. – Yaz. Rus. (date of reference: 05/07/2026).
7. Rogacheva, I. A. Spatial organization of territories of children's health facilities as a factor in the development of motor activity / Rogacheva I. A., Alexandrova N. S. // Bulletin of Shadrinsky Pedagogical University. - 2020.- № 4(48).- P.12-13
8. Apartment building on Roemerstrasse (Winterthur) [Electronic resource]: Access mode URL: <https://www.bde.ch/projekte/r%C3%B6merstrasse> , Title. From the screen. – Yaz. Rus. (accessed: 05/07/2026).
9. Jamal, M. The importance of the architectural environment in the development of preschool children / Jamal M. - Innovative Project. - 2016. - Vol. 1. - No. 3. - Pp. 78-81.
10. Day, K. "Places where the soul lives: Architecture and the environment as a therapeutic agent" / Translated from English by V. L. Glazycheva / Christopher Day, Moscow: Ladya Publ., 2000. 280 p. ill.

## ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 69.05:004.94

### ПРИМЕНЕНИЕ BIM - ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Арб. А. Арзуманов, И. А. Косовцева, А. В. Осьминин

---

**Арзуманов Арбен Андреевич**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: arben1@yandex.ru

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

**Осьминин Алексей Владимирович**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. змТПР-241, E-mail: aos\_041@list.ru

---

**Аннотация:** в статье рассматривается использование технологий информационного моделирования (BIM) при капитальном ремонте зданий и сооружений. Автор анализирует преимущества BIM перед классическим 2D-проектированием, включая интеграцию конструктивных, стоимостных и временных характеристик (4D, 5D, 6D). Особое внимание уделено проблемам зданий с высоким физическим износом: отсутствие исходной документации, физический износ, несоблюдение норм пожарной безопасности и сложности с инженерными сетями. Отмечена эффективность лазерного сканирования и виртуальных исследований с использованием панорамных изображений. Для заказчика преимуществами являются снижение рисков, контроль времени и реалистичная визуализация. Также в статье освещается российская правовая база, переход к обязательному применению BIM с 2024-2025 годов, а также вопросы импортозамещения зарубежного программного обеспечения отечественными продуктами, такими как Renga Software и Pilot-BIM.

**Ключевые слова:** BIM, информационное моделирование зданий, цифровизация проектирования, капитальный ремонт, лазерное сканирование, виртуальное обследование.

### THE USE OF BIM - DESIGN IN THE OVERHAUL OF BUILDINGS AND STRUCTURES

Arb. A. Arzumanov, I. A. Kosovtseva, A.V. Osminin

---

**Arzumanov Arben Andreevich**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, Organization of Construction, Expertise and Property Management, E-mail: arben1@yandex.ru

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

---

**Osminin Alexey Vladimirovich**, *Voronezh State Technical University, Master's student gr. zmTPR-241, E-mail: aos\_041@list.ru*

---

**Abstract:** the article discusses the use of information modeling (BIM) technologies in the overhaul of buildings and structures. The author analyzes the advantages of BIM over classical 2D design, including the integration of structural, cost and time characteristics (4D, 5D, 6D). Special attention is paid to the problems of buildings with high physical wear: lack of initial documentation, physical wear, non-compliance with fire safety standards and difficulties with engineering networks. The effectiveness of laser scanning and virtual studies using panoramic images is noted. For the customer, the advantages are risk reduction, time control and realistic visualization. The article also highlights the Russian legal framework, the transition to mandatory BIM application from 2024-2025, as well as issues of import substitution of foreign software with domestic products such as Renga Software and Pilot-BIM.

**Keywords:** BIM, building information modeling, design digitalization, major repairs, laser scanning, virtual inspection.

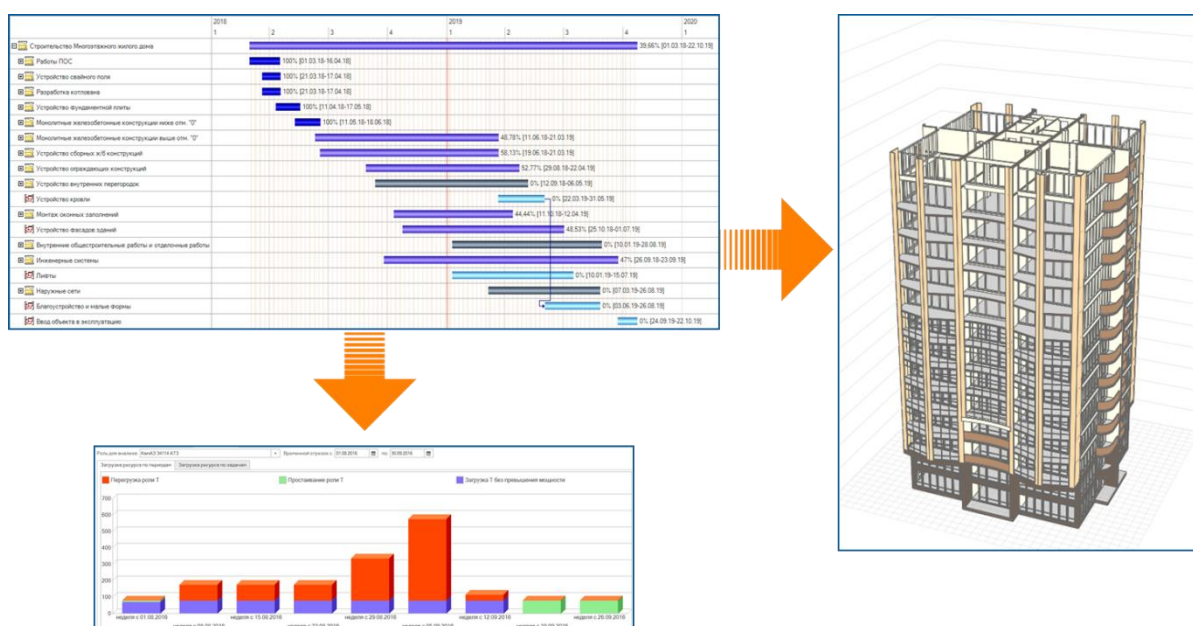
Сегодня интенсивное развитие информационных технологий оказывает значительное влияние на различные сферы деятельности, в частности и на проектирование. Уже на протяжении нескольких десятилетий внедряется новый инструмент для проектировщиков – специальные программные продукты BIM (Building Information Modeling), что дословно переводится как «информационное моделирование зданий».

Ключевые лидеры строительной индустрии во всем мире содействуют процессам разработки и последующего развития программных продуктов BIM [1]. Постепенно многие проектные организации стали переходить в своей работе от классических 2D чертежей в формат 3D–моделей.

Однако, для организаций, переход на BIM-технологии имеет ряд сложностей, как и любое изменение бизнес-процессов. В первую очередь, это покупка дорогостоящего ПО и обучение всех специалистов. При BIM-проектировании подразумевается согласованная параллельная разработка всех разделов проекта.

Реализованные проекты показали эффективность данной технологии, а передовые организации осуществили переход на качественно новый уровень проектирования [2].

BIM-технология объединяет конструктивную 3D-модель здания с технической информацией о свойствах материалов, данными о стоимости (4D), времени производства работ (5D), а также дополнительными данными (6D), как бы дополняя модель новым «измерением» D-dimension (рис. 1).



**Рис. 1. BIM-модель здания с данными о сроках реализации проекта**

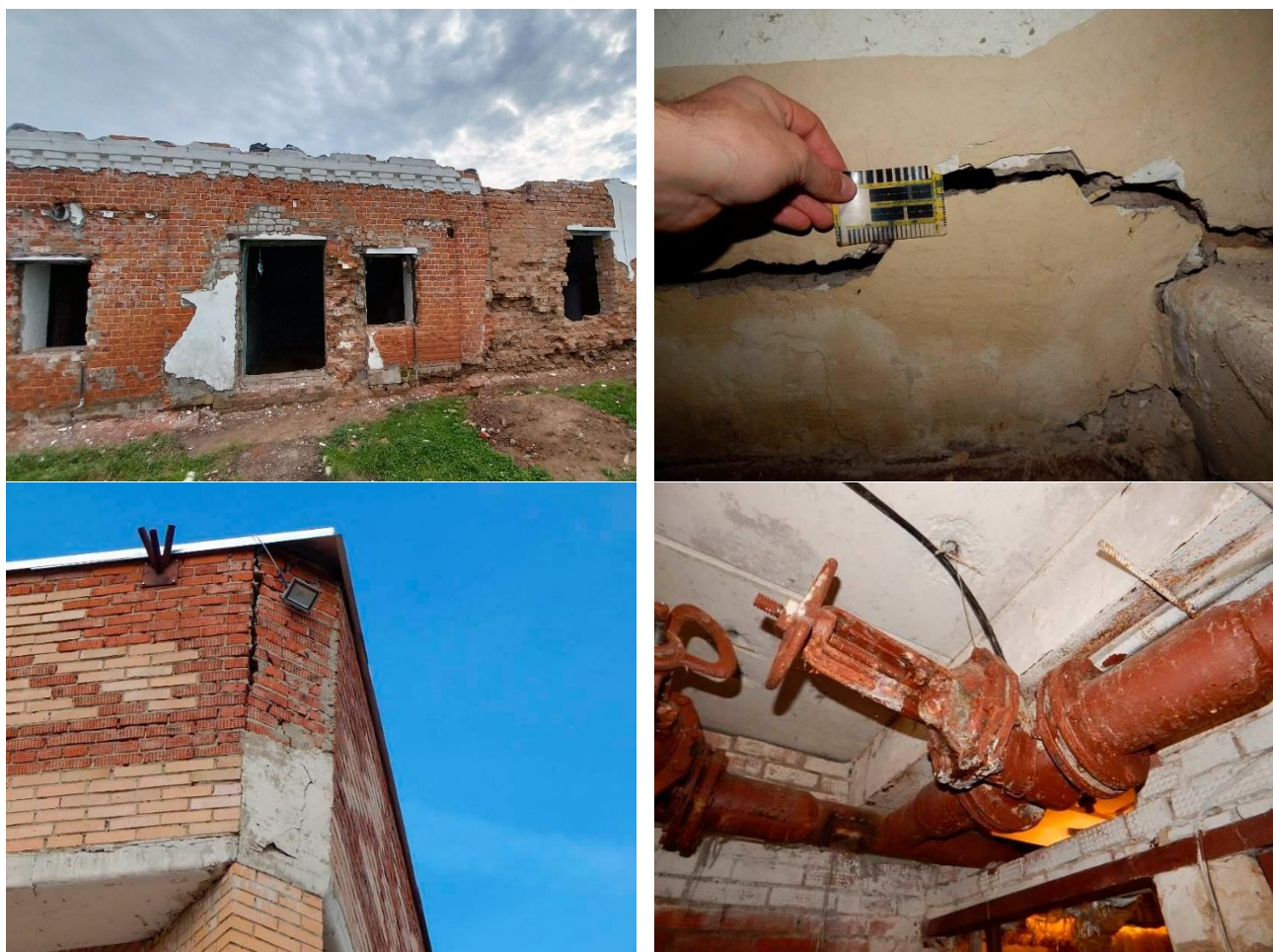
Технология информационного моделирования (ВМ) в первую очередь была создана для проектов нового строительства. Однако в настоящий момент наблюдается устойчивая тенденция использования ВМ для проектов капитального ремонта и реконструкции зданий и сооружений.

Существует ряд причин для создания ВМ моделей при капитальном ремонте. В реальных условиях, проектировщикам приходится сталкиваться с объектами, имеющими высокую степень физического и морального износа, и, техническое состояние которых, оценивается как ограниченно-работоспособное.

В таком случае капитальный ремонт не ограничивается заменой отделочных материалов, и часто необходимы проектные решения, например, по укреплению несущих конструкций.

Также для старых зданий, в которых очень давно, а возможно и никогда, не проводился капитальный ремонт, существует проблема отсутствия, либо несоответствия исходной проектной документации. За долгие годы документация могла быть утеряна, а частичные ремонты проводились без каких-либо проектов и нигде не зафиксированы. В таких условиях даже типовые проекты приходится восстанавливать практически с нуля по фактическому состоянию здания (рис. 2).

К тому же многие здания, построенные в прошлом веке, не удовлетворяют современным требованиям пожарной безопасности, что необходимо учитывать в проектах, устраняя замечания и по возможности приводя в соответствие с действующими нормами.



**Рис. 2. Примеры зданий и инженерных сетей, подлежащих капитальному ремонту**

При капитальном ремонте часто возникают сложности с инженерными сетями, которые на каждом объекте имеют свои особенности. Они зачастую за годы эксплуатации здания неоднократно ремонтировались без полноценных проектов, а техническое состояние требует проведения модернизации.

Исходя из приведенных выше факторов, применение BIM-проектирования приобретает актуальность для проектов капитальных ремонтов, с целью использования всех преимуществ данной технологии [3].

Функциональные возможности BIM-технологии охватывают решение ряда профессиональных задач, одна из которых – реализация лазерного сканирования с последующим построением трехмерной пространственной модели, представляющей собой облако точек («point cloud») [4]. Данный метод хорошо зарекомендовал себя на сложных промышленных сооружениях с множеством нелинейных объектов, обмеры которых очень затруднительны (рис. 3).



**Рис. 3. Проект промышленного сооружения в BIM**

Также с применением данного метода можно выполнять проекты с высоким уровнем детализации при восстановлении фасадов исторических зданий, например, при моделировании и восстановлении утраченных элементов декора (рис. 4).



**Рис. 4. Визуализация проекта при капитальном ремонте исторического здания**

Неоспоримым плюсом использования BIM является возможность удаленной работы над проектом многих специалистов, что в настоящее время является важным фактором.

Например, при обследовании здания, есть возможность создавать с помощью специальных камер 360° панорамные снимки и с помощью специальных приложений интегрировать их в 3D модель. Созданная таким образом информационная модель дает специалистам наиболее полное представление об объекте без непосредственного посещения, и позволяет проводить своего рода виртуальные обследования.

Плюсами работы с BIM для заказчика являются - уменьшение рисков, связанных с ошибками проектной документации, срыва сроков, а также реалистичная визуализация будущего проекта.

Можно отметить, что в процессе интеграции с информационной моделью заинтересованы, в том числе, производители и поставщики строительных материалов, конструктивных элементов и оборудования, которые могут предоставлять 3D-модели своей продукции (семейства окон, дверей и т.п.), что позволяет быстро применять их в проектах [5].

В России все еще остается несовершенной правовая база применения BIM-проектирования, но работы по регламентированию данной сферы ведутся. Использование BIM закреплено в Градостроительном кодексе РФ, а законодательные акты переходят от рекомендательного характера к обязательному. Так, согласно постановлениям правительства, установлены сроки обязательного внедрения BIM: с 1 июля 2024 года – для всех новых проектов жилищного строительства; с 1 января 2025 года – для всех объектов капитального строительства (включая реконструкцию) с государственным финансированием.

Несмотря на то, что для частных проектов обязательность применения BIM на капремонт пока не распространяется, многие частные заказчики активно внедряют данную технологию, в связи с появлением конкурентных преимуществ при новом формате работы.

В России, в настоящий момент, возникла еще одна сложность – импортозамещение зарубежного ПО, производители которого прекратили поддержку и продление лицензий. Актуальной становится задача совершенствования отечественных программных продуктов, например, Renga Software и Pilot-BIM от Аскон.

### Список литературы

1. Талапов, В. В. Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий: Владимир Талапов. – 2-е изд. Москва: ДМК-Пресс, 2023. – 411 с.
2. Павлова, А. В. Цифровой двойник в действии: помогает ли управлять? / А. В. Павлова // Экономика строительства. – 2024. – № 12. – С. 86-90.
3. Плешивцев, А. А. Технология BIM-проектирования архитектурных объектов: монография / А. А. Плешивцев. – Москва : Русайнс , 2023. – 150 с.
4. Комиссаров, А. В. Лазерное сканирование и трехмерное моделирование : учебно-методическое пособие / А. В. Комиссаров. - Новосибирск : СГУГиТ, 2020. - 58 с.
5. СП 328.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://base.garant.ru/400535899/>, Загл. С экрана. - Яз. рус. (дата обращения: 17.05.2026).

### List of references

1. Talapov, V. V. BIM technology. The essence and features of the introduction of information modeling of buildings: Vladimir Talapov. – 2nd ed. Moscow: DMK-Press, 2023. – 411 p.
2. Pavlova, A.V. Digital doppelganger in action: does it help to manage? / A. V. Pavlova // Economics of construction. – 2024. – No. 12. – pp. 86-90.
3. Pleshivtsev, A. A. Technology of BIM-design of architectural objects: a monograph / A. A. Pleshivtsev. – Moscow : Rusains , 2023. – 150 p.
4. Komissarov, A.V. Laser scanning and three-dimensional modeling : an educational and methodological guide / A.V. Komissarov. Novosibirsk : SGUGiT Publ., 2020. 58 p.

5. SP 328.1325800.2020 "Information modeling in construction. Rules for describing the components of the information model" [Electronic resource]: Access mode: URL: [https://base.garant.ru/400535899 /](https://base.garant.ru/400535899/), Title. From the screen. - In Russian (accessed: 05/17/2026).

УДК 69:577

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АНАЛИЗА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ ПОДЗЕМНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Арб. А. Арзуманов, Т. А. Столярова, А. Ф. Шевлякова

---

**Арзуманов Арбен Андреевич**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: arben1@yandex.ru

**Столярова Татьяна Александровна**, Воронежский государственный технический университет, ассистент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: tstolyarova@cchgeu.ru

**Шевлякова Анна Фёдоровна**, Воронежский государственный технический университет, студент гр. СПС-211, E-mail: gk.shevlyak.anya@bk.ru

---

**Аннотация:** традиционные методики анализа геологических данных для осуществления подземного строительства недостаточно точны и требуют большого времени для обработки данных, следовательно, появляется вероятность некорректной оценки геологических условий, увеличения сроков строительства и, соответственно, роста затрат. В данной статье рассматривается потенциал применения искусственного интеллекта (ИИ) для совершенствования анализа геологических данных. Были разобраны пять методов ИИ в исследовании данных и сделаны выводы, что ИИ способен: формировать детализированные карты подземных структур, при этом сокращая время на вычисления; прогнозировать реакцию грунтов на внешнюю нагрузку; оценивать риски появления деформаций и оползней, что очень значимо на этапе проектирования объектов подземного строительства. Приведённые примеры применения ИИ в геологической отрасли наглядно демонстрируют его перспективность.

**Ключевые слова:** подземное строительство, искусственный интеллект (ИИ), машинное обучение (ML), анализ грунтов, 3D-моделирование среды.

## USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR ANALYSIS OF GEOLOGICAL DATA IN UNDERGROUND CONSTRUCTION

Arb. A. Arzumanov, T. A. Stolyarova, A. F. Shevlyakova

---

**Arzumanov Arben Andreevich**, 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: arben1@yandex.ru

**Stolyarova Tatiana Aleksandrovna**, Voronezh State Technical University Assistant of the Department of Technology, Organization of Construction, Expertise and Real Estate Management, E-mail: tstolyarova@cchgeu.ru

**Shevlyakova Anna Fedorovna**, Voronezh State Technical University, student gr. SPS-211, E-mail: gk.shevlyak.anya@bk.ru

---

**Abstract:** traditional geological data analysis methods for underground construction are insufficiently accurate and require extensive data processing time. Consequently, there is a

risk of inaccurate assessments of geological conditions, increased construction time, and, consequently, increased costs. This article examines the potential of artificial intelligence (AI) to improve geological data analysis. Five AI methods for data mining were analyzed, and the conclusions reached are that AI can: generate detailed maps of underground structures while reducing computation time; predict soil response to external loads; and assess the risks of deformation and landslides, which is crucial during the design stage of underground construction projects. The presented examples of AI application in the geological industry clearly demonstrate its potential.

**Keywords:** underground construction, artificial intelligence (AI), machine learning (ML), soil analysis, 3D environmental modeling.

Городская инфраструктура существует и развивается согласно современным потребностям, одним из которых является подземное строительство. В данное понятие входит строительство различных объектов: от линий метрополитена до подземных парковок. Однако, реализация таких проектов имеет определенные трудности, которые возникают из-за геологической среды, преподносящей сюрпризы в виде своей изменчивости, карстовых образований, сейсмических угроз и т.д.

Геологический анализ, особо важный для проектирования объектов подземного строительства, имеет ряд традиционных методов, таких как: бурение, лабораторные испытания грунтов, геофизические исследования. Однако на анализ данных тратится большое количество времени и, как следствие, финансов. При этом точность данных методов не всегда гарантирует надежность прогнозирования, а это значит, что есть большой риск аварий и других сопутствующих потерь. Использование искусственного интеллекта (ИИ) сокращает время на обработку больших объёмов данных. Также ИИ способно выявить скрытые закономерности и спрогнозировать поведение грунтов с высокой точностью. Для проектирования любого объекта подземного строительства эти данные жизненно необходимы.

Рассмотрим возможности применения ИИ для облегчения анализа геологических данных в сфере подземного строительства, а также на оценку эффективности ИИ-технологий и на определение перспектив внедрения этого способа в инженерную практику.

Объектом исследования является процесс подземного строительства, включающий в себя все его этапы: от геологоразведки и проектирования до возведения и мониторинга подземных сооружений в сложных геологических условиях, в которых ведётся строительство (сейсмоактивные зоны, районы вечной мерзлоты, территории с карстовыми процессами и оползневыми участками).

Предмет исследования – методы искусственного интеллекта для анализа геологических данных при подземном строительстве. Из него же вытекает цель статьи: оценка эффективности ИИ-методов в повышении точности прогнозов, сокращении сроков и затрат на геологоразведку и проектирование подземных сооружений.

Для анализа геологических данных в контексте подземного строительства активно применяются различные методы искусственного интеллекта. Разберём их подробнее – с фокусом на задачах и конкретных примерах использования.

На данный момент исследования ИИ в анализе геологических данных можно разделить на 5 методов (ML, CNN, кластеризация, мультимодальное обучение, RNN/LSTM). Ниже (см. табл. 1) представлены их задачи, входные данные и практические результаты – от прогнозирования свойств грунтов до мониторинга рисков и создания 3D-моделей среды [1–3].

Таблица 1

## Основные методы ИИ в анализе геологических данных

Метод исследования	Основные задачи	Входные данные	Практический результат
Машинное обучение (ML)	Прогнозирование свойств и классификация грунтов	Архивы бурения, лабораторные испытания, старые изыскания	Оценка несущей способности, прогноз просадок и оползней
Нейронные сети (CNN/Deep Learning)	Визуальный анализ и интерпретация сигналов	Фото керн, видео из скважин, сейсмограммы	Авто-индекс RQD, картирование разломов и пустот без «шума»
Кластеризация и сегментация	Выделение однородных слоев и аномальных зон	Каротаж, плотность, пористость, скорость волн	Разделение разреза на слои, поиск водонасыщенных линз
Глубокое обучение (Multi-modal)	Анализ многомерных и объемных данных	3D-сейсмика, LiDAR, данные мультиспектральных снимков	Единые 3D-модели среды, автоматическое распознавание минералов
Модели временных рядов (RNN/LSTM)	Мониторинг динамики и оценка рисков во времени	Датчики осадок, уровни ГВ, каталоги сейсмики	Прогноз оседания поверхности при проходке, оценка устойчивости склонов

Также рассмотрим примеры использования ИИ в реальных проектах за последнее десятилетие. Приведём примеры каждого метода по порядку.

Метод ML был применен компанией Halliburton. Была разработана система LOGIX с модулем автоматизированного геоштурмана. Из данных геологической разведки и данных сенсоров формировалась интерактивная модель участка. На основе этого метода была осуществлена работа, в которой бурение скважины произведено без участия человека на 87% расстояния [4].

Второй метод «Нейронные сети (CNN/Deep Learning)» был применён компанией KoBold Metals (горнодобывающий стартап, который использует искусственный интеллект для поиска редкоземельных металлов). Она использовала CNN для анализа фото керн и сейсмограмм, что помогло обнаружить медно-кобальтовое месторождение Mingomba [5]. Также в пример данного метода ученые МГУ на основе данных из LumenStone создали нейросетевой метод идентификации минералов на изображениях аншлифов, а также специальный способ обучения, учитывающий особенности задачи. Такое решение позволяет автоматически идентифицировать минералы на новых изображениях с достаточно высокой точностью (IoU 0.73- 0.93 для разных минералов), а общая точность распознавания составляет 91.7% на тестовой выборке LumenStone [6].

Методы кластеризации применяют для сегментации данных LiDAR при создании цифровых моделей рельефа (например, в проекте «Великий каменный путь» в Китае). Также компания Shell применяет кластеризацию для разделения разреза на слои при разведке газовых месторождений [7].

Примером глубокого обучения (Multimodal) может служить разработка EarthAI мультимодальных алгоритмов для анализа 3D-сейсмики и мультиспектральных снимков,

создав 3D-модели геологической среды для поиска золота в Австралии [7]. Вторым примером станет семантическая сегментация данных LiDAR с помощью Deep Learning (например, методы PointNet и PointNet++) позволяет точно моделировать городские объекты и рельеф [8].

Последний метод Модели временных рядов (RNN/LSTM) сыскал активное применение в США и Китае, а также в других сейсмически опасных районах. Исследования Müller et al. (Butte County, США) и Zhang et al. (район Хетао, Китай) показали эффективность LSTM и MLP в прогнозировании уровней грунтовых вод с использованием данных о стоке, осадках и температуре [9].

Представленные примеры демонстрируют, что данные методы ИИ стали неотъемлемой частью геологии и строительства по всему миру. Они позволяют автоматизировать обработку больших объемов геоданных, выявлять скрытые закономерности, прогнозировать поведение грунтов и геологических процессов с высокой точностью, создавать детализированные 3D-модели среды, мониторить динамику параметров в реальном времени.

Теперь же рассмотрим преимущества и недостатки методов использования ИИ для анализа геологических данных в подземном строительстве (см. табл. 2) [10–13].

Таблица 2

### Преимущества и недостатки методов ИИ в анализе геологических данных

Инструмент ИИ	Преимущества	Недостатки
Машинное обучение (ML)	Огромная скорость обработки архивов, масштабная оценка рисков просадки	Высокая чувствительность к ошибкам (шуму) в старых документах
Нейронные сети (CNN/Deep Learning)	Автоматическое и точное обнаружение трещин и дефектов по фото/видео	Очень дорогая и долгая подготовка данных (разметка тысяч изображений)
Кластеризация и сегментация	Находит скрытые аномалии и пустоты в грунте, невидимые человеку	Риск принять обычные помехи за реальную угрозу (субъективность)
Глубокое обучение (Multi-modal)	Справляется с самыми сложными инженерными расчетами фундаментов	Эффект «черного ящика»: логику решения невозможно объяснить комиссии
Модели временных рядов (RNN/LSTM)	Позволяет предсказывать аварии и разрушения до того, как они произойдут	Существенная зависимость от исправности каждого датчика

Основные преимущества методов использования ИИ заключаются в оперативном анализе геологических и инженерных данных, автоматизации обнаружения дефектов, выявлении скрытых аномалий и прогнозировании аварий, что существенно сокращает временные и финансовые затраты.

Недостатки же в какой-то степени исходят из преимуществ: чувствительность к «шуму» в данных, высокие затраты на подготовку обучающего набора, риск ложных тревог, «непрозрачность» алгоритмов и зависимость от работоспособности сенсоров. Из этого делаем вывод, что ИИ – это не замена человеческому уму, а помощник, которого необходимо контролировать. С одной стороны, ИИ серьезно упрощает анализ, помогает быстро находить дефекты и дает моментальную оценку ситуации. Однако, без профессионального контроля можно упустить критические моменты, которые при традиционных методах анализа были бы замечены и предотвращены.

Недавние исследования показали, что ИИ стал настоящей опорой в подземном строительстве. Рассмотренные выше примеры использования ИИ в реальных проектах доказали свою эффективность на практике: от бурения до создания детальных 3D-моделей геологии.

Учитывая, что алгоритмы будут совершенствоваться, интеграция с датчиками и системами мониторинга станет глубже, а мультимодальные решения разнообразнее, можно сказать, что для ИИ перспективы использования очень велики. В итоге, сочетание проверенных методов и современных ИИ технологий – это залог надежного и экономически выгодного подземного строительства в будущем [14-15].

### Список литературы

1. Общение с организационными данными: подход генеративного ИИ, применяемый к научным отчетам для поиска информации [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10115-025-02551-x>, Загл. С экрана. – Яз. Англ. (дата обращения: 23.03.2026).
2. Обзор геологических и триггерных факторов, влияющих на восприимчивость к оползням: тенденции искусственного интеллекта в картографировании и прогнозировании [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13762-025-06741-6>, Загл. С экрана. – Яз. Англ. (дата обращения: 23.03.2026).
3. Улучшение поиска знаний из неструктурированных данных с использованием подхода глубокого обучения для поддержки прогнозов подповерхностного моделирования информации [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10758407/>, Загл. С экрана. – Яз. Англ. (дата обращения: 23.03.2026).
4. Мельников, М. А. Использование искусственного интеллекта для мониторинга и оптимизации процессов горизонтально-направленного бурения / М. А. Мельников // *Universum: технические науки: электрон. научн. журн.* – 2025. № 10(139). – С. 10–15.
5. Искусственный интеллект Гейтса обнаружил огромное месторождение меди в Замбии [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [https://africa.tsargrad.tv/news/iskusstvennyj-intellekt-gejtsa-obnaruzhil-ogromnoe-mestorozhdenie-medi-v-zambii\\_956204?ysclid=mms16qsh4y982653183](https://africa.tsargrad.tv/news/iskusstvennyj-intellekt-gejtsa-obnaruzhil-ogromnoe-mestorozhdenie-medi-v-zambii_956204?ysclid=mms16qsh4y982653183), Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 23.03.2026).
6. Ученые МГУ разработали программное обеспечение для автоматического детектирования рудных минералов по фотографиям аншлифов [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://scientificrussia.ru/articles/ucenye-mgu-razrabotali-programmnoe-obespecenie-dla-avtomaticheskogo-detektirovania-rudnyh-mineralov-po-fotografiam-anslifov>, Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 23.03.2026).
7. Как цифровые двойники помогают добывать нефть и газ [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/613895d29a79477154fec314?ysclid=mms1qq2sq9705999363>, Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 23.03.2026).
8. Семантическая сегментация Aerial Lidar с использованием глубокого обучения PointNet++ [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [https://docs.exponenta.ru/R2021a\\_nmtnew/lidar/ug/aerial-lidar-segmentation-using-pointnet-network.html?ysclid=mms21ub2lw207723823](https://docs.exponenta.ru/R2021a_nmtnew/lidar/ug/aerial-lidar-segmentation-using-pointnet-network.html?ysclid=mms21ub2lw207723823), Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 23.03.2026).
9. Оценка подземных вод по основным компонентам физической гидрологии с использованием искусственных нейронных сетей и глубокого обучения [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/1/5>, Загл. С экрана. – Яз. Англ. (дата обращения: 23.03.2026).

10. Основы машинного обучения: задачи, методы, этапы и инструменты [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [https://yandex.cloud/ru/blog/machine-learning-guide?utm\\_referrer=about%3Ablank](https://yandex.cloud/ru/blog/machine-learning-guide?utm_referrer=about%3Ablank), Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 23.03.2026).
11. Сверточная нейронная сеть (CNN) [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://www.ultralytics.com/ru/glossary/convolutional-neural-network-cnn>, Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 23.03.2026).
12. Алгоритмы Машинного обучения [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/resources/cloud-computing-dictionary/what-are-machine-learning-algorithms>, Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 23.03.2026).
13. Проблема «чёрного ящика» (Black Box Problem) — что это такое и почему модели ИИ остаются непрозрачными [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://dtf.ru/id2687299/4082521-problema-chyornogo-yashchika-v-ii>, Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 23.03.2026).
14. Косовцева, И. А. Умные технологии экологического строительства / И. А. Косовцева, А. А. Арзуманов, А. С. Панина, А. Д. Данкер // Научный журнал «Строительство и недвижимость», Воронежский государственный технический университет. – Воронеж, 2024. – № 1(14). – С. 164–168.
15. Арзуманов, А. А. Влияние условий застройки на выбор метода подземного строительства / А. А. Арзуманов, Т. А. Столярова, А. Э. Даниленко, Д. С. Минжерян // Научный журнал «Строительство и недвижимость», Воронежский государственный технический университет. – Воронеж, 2024. – № 1(14). – С. 7–13.

#### List of references

1. Communicating with Organizational Data: A Generative AI Approach Applied to Scientific Reports for Information Retrieval [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10115-025-02551-x>, Title. From the screen. – Language. English (date of access: 23.03.2026).
2. A Review of Geological and Trigger Factors Affecting Landslide Susceptibility: Trends in Artificial Intelligence in Mapping and Forecasting [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13762-025-06741-6>, Title. From the screen. – Language. English (date of access: 23.03.2026).
3. Improving Knowledge Retrieval from Unstructured Data Using a Deep Learning Approach to Support Subsurface Information Modeling Predictions [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10758407/>, Title. From the screen. – Language. English. (Accessed: 23.03.2026).
4. Melnikov, M. A. Using Artificial Intelligence for Monitoring and Optimization of Horizontal Directional Drilling Processes / M. A. Melnikov // Universum: Technical Sciences: Electronic Scientific Journal. – 2025. No. 10 (139). – P. 10–15.
5. Gates's artificial intelligence discovered a huge copper deposit in Zambia [Electronic resource]: Access mode: URL: [https://africa.tsargrad.tv/news/iskusstvennyj-intellekt-gejtsa-obnaruzhil-ogromnoe-mestorozhdenie-medi-v-zambii\\_956204?ysclid=mms16qsh4y982653183](https://africa.tsargrad.tv/news/iskusstvennyj-intellekt-gejtsa-obnaruzhil-ogromnoe-mestorozhdenie-medi-v-zambii_956204?ysclid=mms16qsh4y982653183), Title. From the screen. - Language. Russian (date of access: 03/23/2026).
6. Moscow State University scientists have developed software for the automatic detection of ore minerals from photographs of polished sections [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://scientificrussia.ru/articles/ucenye-mgu-razrabotali-programmnoe-obspechenie-dla-avtomaticheskogo-detektirovania-rudnyh-mineralov-po-fotografiam-anslifov>, Title. From the screen. – Language. Russian. (date of access: 23.03.2026).
7. How digital twins help in oil and gas production [Electronic resource]: Access mode: URL:

<https://trends.rbc.ru/trends/industry/613895d29a79477154fec314?ysclid=mms1qq2sq9705999363>, Title. From the screen. – Language. Russian. (Accessed: March 23, 2026).

8. Semantic segmentation of Aerial Lidar using deep learning PointNet++ [Electronic resource]: Access mode: URL: [https://docs.exponenta.ru/R2021a\\_nmtnew/lidar/ug/aerial-lidar-segmentation-using-pointnet-network.html?ysclid=mms21ub2lw207723823](https://docs.exponenta.ru/R2021a_nmtnew/lidar/ug/aerial-lidar-segmentation-using-pointnet-network.html?ysclid=mms21ub2lw207723823), Title. From the screen. – Language. Russian. (Accessed: March 23, 2026).

9. Groundwater assessment based on the main components of physical hydrology using artificial neural networks and deep learning [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/1/5>, Title. From the screen. – Language. English. (Accessed: March 23, 2026).

10. Machine Learning Fundamentals: Tasks, Methods, Stages, and Tools [Electronic resource]: Access mode: URL: [https://yandex.cloud/ru/blog/machine-learning-guide?utm\\_referrer=about%3Ablank](https://yandex.cloud/ru/blog/machine-learning-guide?utm_referrer=about%3Ablank), Title. From the screen. – Language. Russian. (Accessed: March 23, 2026).

11. Convolutional Neural Network (CNN) [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://www.ultralytics.com/ru/glossary/convolutional-neural-network-cnn>, Title. From the screen. – Language. Russian. (Accessed: March 23, 2026).

12. Machine Learning Algorithms [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/resources/cloud-computing-dictionary/what-are-machine-learning-algorithms>, Title. From the screen. – Language. Russian. (Accessed: March 23, 2026).

13. The Black Box Problem: What is it and Why AI Models Remain Opaque [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://dtf.ru/id2687299/4082521-problema-chyornogo-yashchika-v-ii>, Title. From the screen. – Language. Russian. (Accessed: March 23, 2026).

14. Kosovtseva, I. A. Smart Technologies for Green Construction / I. A. Kosovtseva, A. A. Arzumanov, A. S. Panina, A. D. Danker // Scientific Journal "Construction and Real Estate", Voronezh State Technical University. - Voronezh, 2024. - No. 1 (14). - P. 164-168.

15. Arzumanov, A. A. Influence of Development Conditions on the Choice of Underground Construction Method / A. A. Arzumanov, T. A. Stolyarova, A. E. Danilenko, D. S. Minzheryan // Scientific Journal "Construction and Real Estate", Voronezh State Technical University. - Voronezh, 2024. - No. 1 (14). - P. 7-13.

УДК 69.059.7

## НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВОССТАНОВЛЕНИИ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Д. А. Казаков, С. Ю. Нерозина<sup>1,2</sup>, А. С. Кривцова, Ю. Л. Вождова

---

**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

**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

**Кривцова Ангелина Сергеевна**, Воронежский государственный технический университет, студент гр. СВ3-211, E-mail: krivcovaangelina@gmail.com

**Вождова Юлия Леонидовна**, Воронежский государственный технический университет, студент гр. СВ3-211, E-mail: vozovaulia5@gmail.com

---

**Аннотация:** объекты культурного наследия - исторические здания со сложным техническим состоянием, сформированным длительной эксплуатацией и старением материалов. Для них характерны скрытые пустоты, микротрещины, неравномерная осадка фундаментов и снижение прочности конструкций. Традиционные методы обследования не выявляют до 60% дефектов, что приводит к авариям и ошибкам проектирования. В статье рассматриваются современные неразрушающие технологии контроля, включая лазерное сканирование, ультразвуковую томографию, георадиолокацию и BIM-моделирование, обеспечивающие полную диагностику без повреждений. На примере восстановления объекта культурного наследия «Воронежская областная юношеская библиотека им. В.М. Кубанева», расположенного в Воронеже на улице Никитинская, дом 32, (постройка 1880-1881 гг.) показано, что цифровое обследование выявляет скрытые дефекты, сокращает сроки в 3-5 раз и уменьшает объём непредвиденных работ на 35-40%. Обоснована необходимость обязательного внедрения этих методов при реконструкции ОКН.

**Ключевые слова:** восстановление объектов культурного наследия, лазерное сканирование, ультразвуковая томография, георадиолокация, BIM-моделирование конструкций.

## NEW TECHNOLOGIES IN THE RESTORATION OF CULTURAL HERITAGE SITES

D. A. Kazakov, S. Yu. Nerozina<sup>1,2</sup>, A.S. Krivtsova, Yu. L. Vozhova

---

**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

**Nerozina Svetlana Yurievna**, <sup>1</sup>Voronezh State Technical University, PhD in Economics, Associate Professor 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 Health Management, E-mail: nerozina@cchgeu.ru

**Krivtsova Angelina Sergeevna**, *Voronezh State Technical University, student gr. SUZ-201, E-mail krivcovaangelina@gmail.com*

**Vozhova Yulia Leonidovna**, *Voronezh State Technical University, student gr. SUZ-201, E-mail: vozovaulia5@gmail.com*

**Abstract:** cultural heritage sites are historical buildings with a complex technical condition, formed by long-term operation and aging of materials. They are characterized by hidden voids, microcracks, uneven sedimentation of foundations and reduced structural strength. Traditional inspection methods do not detect up to 60% of defects, which leads to accidents and design errors. The article discusses modern non-destructive testing technologies, including laser scanning, ultrasound tomography, georadiolocation and BIM modeling, providing complete diagnostics without damage. Using the example of the restoration of the V.M. Kubanev Voronezh Regional Youth Library, a cultural heritage site located at 32 Nikitinskaya Street in Voronezh (built in 1880-1881), it is shown that digital inspection reveals hidden defects, reduces time by 3-5 times and reduces the amount of unforeseen work by 35-40%. The necessity of mandatory implementation of these methods in the reconstruction of windows is substantiated.

**Keywords:** restoration of cultural heritage sites, laser scanning, ultrasonic tomography, ground-penetrating radar, BIM modeling of structures.

Объекты культурного наследия (ОКН) - это исторические с длительным сроком эксплуатации (более 50-100 лет и выше). За этот период в конструкциях накапливаются многочисленные дефекты, связанные с физическим износом материалов, многократными перестройками, неравномерными осадками фундаментов, воздействием влаги и перепадов температур. Техническое состояние таких объектов характеризуется как сложное: наряду с видимыми трещинами и деформациями существует значительный объем скрытых повреждений (внутренние пустоты в кладке, микротрещины, зоны выветривания раствора), которые невозможно выявить визуально.

Работа с объектами культурного наследия требует точности, бережности и глубокого понимания конструкций, материалов и состояния сооружений. Раньше специалисты опирались в основном на визуальный осмотр и чертежи, создаваемые вручную. Сегодня же цифровые методы позволяют получать данные о сооружениях.

Технологии помогают не только фиксировать текущее состояние сооружения, но и прогнозировать его будущие изменения, предотвращать разрушение и выбирать оптимальные способы укрепления. Благодаря этому восстановление постепенно становится более научным, прозрачным и управляемым.

Особую актуальность данная проблема имеет для г. Воронежа, историческая застройка которого значительно пострадала в годы Великой Отечественной войны. Сохранившиеся здания XIX - начала XX века имеют значительный физический износ, неравномерные осадки фундаментов, трещины в кирпичной кладке, скрытые пустоты.

Для обеспечения достоверности проектных решений по ремонту объекта культурного наследия необходимо получение полной и точной информации о его техническом состоянии.

Нормативная документация регламентирует следующий обязательный перечень работ по обследованию ОКН:

- обследование оснований и фундаментов с определением их состояния и несущей способности;
- обследование несущих и ограждающих конструкций, включая определение конструктивного выполнения, характеристик материалов и несущей способности;
- обмерные работы (фиксация геометрических параметров здания);

- материаловедческие исследования, включая определение физических, физико-химических и физико-механических характеристик материалов и их повреждений;
- исследования температурно-влажностного режима объекта;
- инженерно-экологические исследования [1-4].

Проблема заключается не в отсутствии каких-либо из перечисленных этапов при традиционном подходе, а в методах их реализации. Ниже выполнен анализ того, как каждый из указанных этапов реализуется традиционными и современными цифровыми методами, а также выявлены ограничения каждого подхода.

Традиционные методы обследования ОКН и их ограничения базируются на применении рулеток, лазерных дальномеров и механических нивелиров, при этом измерения выполняются выборочно (10-20% площади фасадов), а погрешность составляет 1-5 мм, в результате чего формируются двухмерные чертежи с усреднёнными размерами, однако локальные деформации (неравномерный наклон, выпучивание) в промежутках между точками замера не фиксируются.

Обследование оснований и фундаментов выполняется шурфовкой в 2-5 точках по периметру здания с визуальной оценкой состояния материала, при этом информация получается только в местах шурфовки, а просадки, пустоты и зоны разуплотнения грунта между шурфами остаются не выявленными.

Обследование несущих и ограждающих конструкций включает визуальный осмотр на первом этапе, позволяющий выявить видимые дефекты, а на следующем этапе выполняется выборочное бурение с отбором 5-15 кернов для лабораторных испытаний; дополнительно применяются неразрушающие методы контроля (склерометрия и ультразвук), где склерометрия проводится по 10-15 замеров на участке с охватом 5-20 зон по зданию, ультразвуковой контроль - в 5-10 и более зонах, и в целом количество контрольных точек составляет около 30-100 в зависимости от размеров и сложности конструкции.

Материаловедческие исследования выполняются на основе отобранных образцов, по которым в лаборатории определяются прочность на сжатие, плотность, фотопоглощение и химический состав, однако метод является разрушающим (каждая проба оставляет отверстие в подлинной конструкции), количество проб ограничено экономически и временно, а высокая изменчивость свойств старых материалов снижает репрезентативность выборки.

Исследование температурно-влажностного режима осуществляется автономными датчиками температуры и влажности, устанавливаемыми в 2-5 помещениях на 2-4 недели, при этом данные фиксируются только в точках установки, а распределение влажности по фасадам и локальные зоны увлажнения, промерзания или конденсата не выявляются.

Инженерно-экологические исследования включают отбор проб грунта, воздуха и воды из скважин с последующим лабораторным анализом, при этом сохраняется точечный характер отбора и длительность лабораторного этапа (2-4 недели).

Резюмируя вышесказанное можно фвидеть, что при формальном соответствии нормативному перечню работ традиционные методы дают фрагментарную и неточную информацию, а доля выявляемых скрытых дефектов составляет 30-40%.

Современные цифровые методы обследования ОКН включают обмерные работы на основе лазерного сканирования, при котором измеряется расстояние от сканера до каждой точки поверхности объекта, сканирование выполняется с 6-15 точек стояния, формируется облако точек с координатами миллионов точек поверхности с точностью 2-5 мм, в результате чего создаётся сплошная геометрическая модель, позволяющая выявлять деформации менее 10 мм без повторных выездов на объект, что обеспечивает сплошной характер измерений вместо выборочного.

Обследование оснований и фундаментов методом георадиолокации основано на излучении электромагнитных импульсов и регистрации отражённого сигнала от границ сред с различной диэлектрической проницаемостью, при этом сканирование выполняется по всему периметру здания, а результатом являются непрерывные георадарные профили,

выявляющие зоны пустот под подошвой фундамента, неравномерную глубину заложения и участки увлажнения грунта, что обеспечивает сплошное обследование без земляных работ.

Обследование несущих конструкций методом ультразвуковой томографии основано на регистрации скорости прохождения ультразвуковых волн и их затухания, датчики размещаются на поверхности кладки, а по результатам строятся карты распределения плотности материала на глубину до 1,5 м, формируя двухмерные и трёхмерные томограммы, визуализирующие внутренние пустоты, трещины, зоны выветривания раствора, неоднородности и очаги биопоражения, при этом обеспечиваются сплошное сканирование выбранных зон, бесконтактность и сохранность подлинной кладки [5,6].

Материаловедческие исследования выполняются неразрушающими методами с применением ультразвука, склерометрии и красной спектроскопии, где прочность определяется по калибровочным зависимостям с использованием 2-3 контрольных кернов вместо 10-15, а результатом являются карты распределения прочности по конструкциям, что обеспечивает сокращение разрушающего контроля и увеличение количества точек обследования.

Исследование температурно-влажностного режима методом тепловизионного контроля основано на регистрации инфракрасного излучения, съёмка выполняется со всех фасадов, формируются термограммы, на которых визуализируются зоны увлажнения, промерзания и отслоения штукатурки, при этом обеспечиваются сплошной характер съёмки и оперативность (1 день на объект).

Инженерно-экологические исследования выполняются экспресс-методами с использованием портативных газоанализаторов, люминесцентного анализа, спутниковых и аэрофотоснимков, что сокращает лабораторный этап с 2-4 недель до 2-5 дней.

Приведённый анализ показывает, что при формально одинаковом перечне этапов обследования принципиальное различие заключается в методах их реализации, что наиболее наглядно проявляется при реконструкции конкретных объектов.

Объект культурного наследия регионального значения «Дом жилой», расположенный по адресу г. Воронеж, ул. Никитинская, дом 32, (рис. 1) представляет собой двухэтажное кирпичное здание, возведённое в 1880-1881 гг. по проекту архитектора В. Е. Переверзева в стиле эклектика, первоначально предназначенное для служителей Троицкого кафедрального собора, затем использовавшееся под жилые квартиры, больницу и институт «Гипроводхоз», а с 1980 г. - как Воронежская областная юношеская библиотека имени В. М. Кубанева, при этом объект взят под охрану государства в 1983 г.



Рис. 1. «Дом жилой» (ул. Никитинская, 32, г. Воронеж)

За 140-летний период эксплуатации конструкции здания накопили значительные дефекты, включая трещины в кирпичной кладке, выветривание известкового раствора, отслоение штукатурного слоя, деформации деревянных перекрытий и стропильной системы, а также неравномерную осадку фундаментов, вследствие чего к началу 2020-х годов техническое состояние объекта было признано сложным и потребовало комплексной реставрации.

На стадии предпроектного обследования (2020-2021 г.г.) были применены как традиционные, так и цифровые методы. Традиционное обследование (визуальный осмотр, выборочные обмеры рулеткой, шурфовка в 5 точках по периметру, отбор 6 кернов для лабораторных испытаний) позволило зафиксировать видимые дефекты и оценить прочностные характеристики материала в точках отбора. Однако внутренние пустоты в толще кладки, зоны выветривания раствора между точками шурфовки и неравномерная просадка фундаментов под отдельными участками остались невыявленными.

В рамках разработки научно-проектной документации в 2021 г. специалистами ООО «Ника Арт» был применён комплекс цифровых методов: лазерное сканирование фасадов и интерьеров, ультразвуковая томография участков стен с выявленными деформациями, георадиолокация фундаментов по всему периметру здания, тепловизионная съёмка фасадов. Цифровое обследование выявило следующие скрытые дефекты:

- неравномерный наклон фасадной стены в юго-восточной части здания - 32 мм на высоту 7 м (отклонение от вертикали);
- зоны скрытых пустот в кирпичной кладке в местах примыкания внутренних перегородок к наружным стенам - 4 участка размером от 0,5 до 1,2 м<sup>2</sup> на глубине 10-25 см от поверхности;
- неравномерную просадку фундаментов - перепад отметок цоколя 65 мм между углами здания;
- участки увлажнения кирпичной кладки по данным тепловизионной съёмки - 3 зоны площадью от 3 до 8 м<sup>2</sup>, свидетельствующие о нарушении гидроизоляции фундаментов.

Традиционное обследование указанные дефекты не зафиксировало по причине фрагментарности измерений. Полевой этап цифрового обследования занял 3 рабочих дня (при традиционном подходе потребовалось бы не менее 12-14 дней).

На основе полученных цифровых данных был разработан проект реставрации, включающий усиление фундаментов на участках просадки методом инъекционного закрепления грунта, реставрацию кирпичной кладки с заменой выветрившихся участков, устройство новой гидроизоляции фундаментов и воссоздание утраченных декоративных элементов фасада. Реставрационные работы выполнены в 2023 г. подрядчиком ООО «Регионстрой» [7-10].

Проведённый в статье анализ показал, что объекты культурного наследия представляют собой возрастные здания со сложным техническим состоянием, характеризующимся накопленными скрытыми дефектами: пустотами в кладке, микротрещинами, неравномерной осадкой фундаментов и потерей прочности материалов. Нормативно установленный перечень работ при обследовании ОКН (обмеры, фундаменты, несущие конструкции, материаловедение, температурно-влажностный режим, экология) является единым для любого подхода, однако традиционные и цифровые методы принципиально различаются по технологии выполнения этих этапов.

Традиционные методы обследования (ручные обмеры, выборочная шурфовка 2-5 точек, отбор 5-15 кернов, точечные датчики) обеспечивают лишь фрагментарную информацию о состоянии конструкций, при этом до 60% скрытых дефектов остаются невыявленными. В отличие от них, цифровые методы (лазерное сканирование, георадиолокация по всему периметру, ультразвуковая томография, тепловизионная съёмка всех фасадов) позволяют выполнять сплошное бесконтактное обследование, повышая

выявляемость дефектов до 85-95%, сокращая продолжительность полевых работ в 3-5 раз и снижая объём непредвиденных работ при реконструкции на 35-40%.

Это подтверждается на примере реконструкции объекта культурного наследия «Дом жилой», где установлено, что традиционные подходы не позволяют в полной мере выявить скрытые дефекты возрастных конструкций [11], тогда как применение комплекса цифровых методов обеспечивает фиксацию повреждений, недоступных для стандартного обследования.

Таким образом, при реконструкции объектов культурного наследия старше 100 лет целесообразно и обосновано включать в состав инженерных изысканий лазерное сканирование, георадиолокацию по всему периметру фундаментов, ультразвуковую томографию и тепловизионную съёмку фасадов как обязательные методы, поскольку их применение снижает риски повреждения исторических конструкций и обеспечивает экономическую эффективность за счёт сокращения непредвиденных работ.

### Список литературы

1. ГОСТ Р 55528-2013. Состав и содержание научно-проектной документации по сохранению объектов культурного наследия. - М.: Стандартинформ, 2014. - 35 с.
2. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. - М.: Стандартинформ, 2017. - 112 с.
3. Михайлов, А. В. Обследование объектов культурного наследия: проблемы выявления скрытых дефектов / А. В. Михайлов, Т. С. Кузнецова // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 2024. — № 5. - С. 62–71.
4. Жеребятьев, Д. И. К вопросу о применении лазерного 3D-сканирования и нейросетей в оцифровке и реконструкции объектов культурного наследия / Д. И. Жеребятьев // Информационный бюллетень Ассоциации «История и компьютер». - 2024. - № 51. - С. 169-170.
5. Казаков, Д. А. Организация строительства при реконструкции исторической застройки / Д. А. Казаков // Вестник ВГТУ. - 2025. - № 1. - С. 45-51.
6. Сводный отчёт по обследованию объектов культурного наследия Центрального федерального округа с применением BIM-технологий / Научно-исследовательский институт строительной физики. - М., 2025. - 210 с.
7. РИА Воронеж. В Воронеже отреставрируют здание юношеской библиотеки [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://riavrn.ru/news/v-voronezhe-otrestavriuyut-zdanie-yunosheskoj-biblioteki/>, Загл. С экрана. - Яз. Рус. (дата обращения: 30.04.2026).
8. Вести Воронеж. В Воронеже завершается ремонт исторического здания библиотеки на Никитинской [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://vestivrn.ru/news/2023/10/26/v-voronezhe-zavershaetsya-remont-istoricheskogo-zdaniya-biblioteki-na-nikitinskoi/>, Загл. С экрана. - Яз. Рус. (дата обращения: 30.04.2026).
9. Управление по охране объектов культурного наследия Воронежской области. Реестр объектов культурного наследия [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://nasledie.govvrn.ru/>, Загл. С экрана. - Яз. Рус. (дата обращения: 30.04.2026).
10. Стратегия развития Воронежской области [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [https://investivrn.ru/region/region\\_strategy/](https://investivrn.ru/region/region_strategy/), Загл. С экрана. - Яз. Рус. (дата обращения: 16.02.2026).
11. Емельянов, Д. И. Проблема увеличения строительства многоквартирных зданий в зонах архитектурного наследия города Воронежа / Д. И. Емельянов, С. Ю. Арчакова, М. А. Торопкова // Современные проблемы и перспективы развития строительства, эксплуатации объектов недвижимости : Сборник научных статей, Воронеж, 12 ноября 2015 года. – Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, 2016. – С. 149-155.

**List of references**

1. GOST R 55528-2013. The composition and content of scientific and project documentation for the preservation of cultural heritage sites. Moscow: Standartinform, 2014. 35 p.
2. SP 47.13330.2016. Engineering surveys for construction. The main provisions. Updated edition of SNiP 11-02-96. Moscow: Standartinform, 2017. 112 p.
3. Mikhailov, A.V. Inspection of cultural heritage sites: problems of detecting hidden defects / A.V. Mikhailov, T. S. Kuznetsova // News of higher educational institutions. Construction. - 2024. — No. 5. - pp. 62-71.
4. Zherebyatyev, D. I. On the use of 3D laser scanning and neural networks in the digitization and reconstruction of cultural heritage sites / D. I. Zherebyatyev // Newsletter of the Association "History and Computer". - 2024. - No. 51. - pp. 169-170.
5. Kazakov, D. A. Organization of construction during the reconstruction of historical buildings / D. A. Kazakov // Bulletin of VSTU. - 2025. - No. 1. - pp. 45-51.
6. Summary report on the survey of cultural heritage sites of the Central Federal District using BIM technologies / Scientific Research Institute of Building Physics. - M., 2025. - 210 p.
7. RIA Voronezh. The building of the youth library will be restored in Voronezh [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://riavrn.ru/news/v-voronezhe-otrestaviruyut-zdanie-yunosheskoj-biblioteki/>, Title. From the screen. - Yaz. Rus. (date of reference: 30.04.2026).
8. Vesti Voronezh. Renovation of the historical library building on Nikitinskaya Street is being completed in Voronezh [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://vestivrn.ru/news/2023/10/26/v-voronezhe-zavershaetsya-remont-istoricheskogo-zdaniya-biblioteki-na-nikitinskoi/>, Title. From the screen. - In Russian (accessed: 30.04.2026).
9. Department for the Protection of Cultural Heritage Sites of the Voronezh region. The Register of cultural Heritage objects [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://nasledie.govvrn.ru/>, Title. From the screen. - Yaz. Rus. (date of access: 30.04.2026).
10. Development strategy of the Voronezh region [Electronic resource]: Access mode: URL: [https://investivrn.ru/region/region\\_strategy/](https://investivrn.ru/region/region_strategy/), Title. From the screen. - In Russian (accessed: 02/16/2026).
11. Yemelyanov, D. I. The problem of increasing the construction of multi-storey buildings in the architectural heritage areas of Voronezh / D. I. Yemelyanov, S. Y. Archakova, M. A. Toropkova // Modern problems and prospects of development of construction and operation of real estate objects : Collection of scientific articles, Voronezh, November 12, 2015. Voronezh: Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, 2016, pp. 149-155.

УДК 69.002.5:69.003

## РЕКОНСТРУКЦИЯ И МОДЕРНИЗАЦИЯ КАК КОМПЛЕКСНАЯ ФОРМА РАЗВИТИЯ ОБЪЕКТОВ САНАТОРНО-КУРОРТНОГО НАЗНАЧЕНИЯ КАВКАЗСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

В. М. Круглякова<sup>1,2</sup>, А. С. Чернов

---

**Круглякова Виктория Марковна**, <sup>1</sup>*Воронежский государственный технический университет, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью,* <sup>2</sup>*Московский государственный строительный университет, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры организации строительства и управления недвижимостью, E-mail: vinikat@mail.ru*

**Чернов Артем Сергеевич**, *Московский государственный строительный университет, аспирант кафедры организации строительства и управления недвижимостью, E-mail: chernov.74.74@yandex.ru*

---

**Аннотация:** в статье рассматриваются теоретические и прикладные аспекты реконструкции и модернизации объектов санаторно-курортного комплекса региона Кавказских Минеральных Вод (КМВ). Актуальность исследования обусловлена высоким уровнем физического и морального износа существующей материально-технической базы, а также необходимостью сохранения уникальной архитектурной и историко-культурной среды курортов. В работе уточняются понятия «реконструкция» и «модернизация» применительно к объектам санаторно-курортной инфраструктуры, приводится типологическая таблица приоритетных направлений обновления зданий и инженерных систем. Особое внимание уделяется необходимости комплексного подхода, сочетающего сохранение архитектурно-исторической преемственности с внедрением современных технологий обслуживания, энергоэффективных решений и повышением уровня комфорта для отдыхающих. Также рассматриваются перспективы адаптации объектов к современным требованиям туристической отрасли и устойчивого развития региона. Подчеркивается важность взаимодействия архитекторов, инвесторов и органов власти при реализации проектов в курортной сфере.

**Ключевые слова:** реконструкция зданий, модернизация объектов, санаторно-курортный комплекс, архитектурное наследие, комплексный подход, историческая застройка.

## RECONSTRUCTION AND MODERNIZATION AS AN INTEGRATED FORM OF DEVELOPMENT OF SANATORIUM-RESORT FACILITIES IN THE CAUCASUS MINERAL WATERS REGION

V. M. Kryaglyakova<sup>1,2</sup>, A. S. Chernov

---

**Kryaglyakova Victoria Markovna**, <sup>1</sup>*Voronezh State Technical University, Doctor of Economics, Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Technology, Construction Organization, Expertise and Real Estate Management,* <sup>2</sup>*Moscow State University of Civil Engineering, Doctor of Economics, Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Construction Organization and Real Estate Management, E-mail: vinikat@mail.ru*

---

**Chernov Artem Sergeevich**, *Moscow State University of Civil Engineering, Graduate Student of the Department of Construction Organization and Real Estate E-mail: chernov.74.74@yandex.ru*

**Abstract:** the article examines the theoretical and applied aspects of the reconstruction and modernization of health resort facilities in the Caucasian Mineral Waters (CMW) region. The relevance of the study is обусловлена by the high level of physical and functional deterioration of the existing material and technical base, as well as the need to preserve the unique architectural, historical, and cultural environment of the resorts. The paper clarifies the concepts of “reconstruction” and “modernization” in relation to health resort infrastructure facilities and presents a typological table of priority areas for the renovation of buildings and engineering systems. Particular attention is paid to the necessity of an integrated approach combining the preservation of architectural and historical continuity with the introduction of modern service technologies, energy-efficient solutions, and improved comfort for visitors. The study also considers the prospects for adapting resort facilities to modern tourism industry requirements and the sustainable development of the region. The importance of cooperation between architects, investors, and public authorities in implementing projects in the resort sector is emphasized.

**Keywords:** reconstruction of buildings, modernization of facilities, sanatorium and rest complex, architectural heritage, integrated approach, historic buildings.

Кавказские Минеральные Воды представляют собой уникальный бальнеологический курорт федерального значения, история которого насчитывает более двух столетий. Особая роль региона закреплена в Стратегии социально-экономического развития эколого-курортного региона Российской Федерации Кавказские Минеральные Воды, где подчеркивается необходимость сохранения и модернизации курортной инфраструктуры [1]. Санаторно-курортный комплекс является градообразующей базой для городов-курортов - Кисловодска, Пятигорска, Ессентуков, Железноводска.

Однако значительная часть объектов санаторно-курортного назначения была возведена в советский период (1930-1980-е гг.), а многие здания исторической застройки относятся к XIX - началу XX века. Исследования О.А. Карташевой с соавторами показывают, что современное состояние средств размещения КМВ характеризуется моральным и физическим износом, несоответствием мировым стандартам комфорта и качества услуг [2]. Кроме того, работы Д.В. Кочкарева акцентируют внимание на проблемах сейсмостойкости и долговечности исторических зданий курортов [3].

На сегодняшний день наблюдается противоречие между возросшими требованиями к уровню комфорта и медицинскому сервису и устаревшей планировочной структурой, инженерным оборудованием и лечебной базой. Простой косметический ремонт не способен решить системные проблемы. В связи с этим возникает необходимость в применении комплексной формы развития объектов, сочетающей реконструкцию и модернизацию, что также отмечается в работах по развитию предпринимательского сектора региона [4].

В современной научной литературе и нормативной документации понятия реконструкции и модернизации часто смешиваются. Для целей данного исследования необходимо провести их четкое разграничение применительно к объектам санаторно-курортного назначения, опираясь на действующие нормативные акты и стандарты.

Согласно Градостроительному кодексу РФ, реконструкция - это комплекс строительных работ и организационно-технических мероприятий, направленных на изменение параметров объекта капитального строительства, его частей (высоты, количества этажей, площади, показателей производственной мощности, объема) и качества инженерно-технического обеспечения [5].

Модернизация, в контексте санаторно-курортной деятельности, трактуется как процесс обновления объекта, приведение его в соответствие с новыми техническими,

функциональными и эстетическими требованиями. ГОСТ Р 56641-2015 «Услуги санаторно-курортные. Реконструкция и модернизация зданий и сооружений санаторно-курортных комплексов» устанавливает общие требования к проведению этих работ, подчеркивая их взаимосвязь [6]. Дополнительные требования к комфортности и безопасности проживания регламентируются СП 257.1325800.2016 «Здания гостиниц. Правила проектирования» [7].

Ключевое различие: реконструкция меняет «архитектурный скелет» здания, а модернизация меняет его «начинку» и функциональность. При этом, как отмечается в исследованиях, посвященных КМВ, успешное развитие курорта требует синхронизации обоих процессов [8].

Конструкции зданий напрямую диктовались их функцией - приемом минеральных вод и грязей:

1. Нарезанные галереи и бюветы: это ключевой тип сооружений. Они представляют собой вытянутые павильоны с питьевым залом. Конструктивно это часто металлический каркас с остеклением (чтобы было светло и тепло одновременно) или каменные аркады. Галереи старались строить так, чтобы внутрь не попадала пыль, но был доступ свежего воздуха.

2. Ванные здания: это массивные капитальные сооружения. Для них характерны толстые стены (теплоизоляция), высокие потолки (для вентиляции), сложная система канализации и водоснабжения, встроенная в конструкцию перекрытий. Внутри здания членились на кабинеты с тяжелыми чугунными ваннами (часто сохранившимися с XIX века).

3. Лестницы и пандусы: в связи с расположением на склонах гор (особенно Железноводск, Пятигорск), здания часто имеют цокольные этажи с разных уровней, а прилегающая территория террасирована с подпорными стенами.

В то же время район Кавказских Минеральных Вод относится к сейсмоопасной зоне (интенсивность до 8-9 баллов). Это наложило отпечаток как на старые, так и на современные постройки:

1. Старые здания: строились из местного камня (известняк-ракушечник) на известковом растворе. Стены делались очень толстыми (до метра и более), что давало им запас прочности. Деревянные перекрытия работали как демпферы.

2. Современные постройки: обязательно включают антисейсмические пояса (железобетонные монолитные пояса по периметру стен на разных уровнях), монолитные каркасы, особые требования к армированию кладки.

Для выбора стратегии обновления необходимо классифицировать объекты санаторно-курортного назначения КМВ по их историко-культурной и архитектурно-планировочной ценности. В зависимости от типа объекта приоритеты в комплексной реконструкции и модернизации будут смещаться (см. табл. 1). Технические аспекты, такие как прогнозирование ресурса зданий исторической застройки, подробно рассматриваются в специализированных исследованиях ученых Северо-Кавказского федерального университета [9]. Архитектурное своеобразие курортов КМВ формировалось при участии, в том числе, иностранных зодчих, что подчеркивает уникальность застройки [10].

Таблица 1

**Типология объектов санаторно-курортного назначения КМВ и приоритетные направления реконструкции/модернизации**

Тип объекта	Характеристика	Приоритет реконструкции	Приоритет модернизации
Объекты историко-культурного наследия	Здания XIX - нач. XX в., имеющие архитектурную ценность. Дачи, старые ванны здания	Максимальный. Реставрация фасадов, воссоздание исторических интерьеров в парадных зонах. Невозможность изменения габаритов	Ограниченная. Деликатное встраивание современных инженерных систем, не нарушающее конструкций. Создание современных номеров в исторических объемах
Типовые советские санатории (1950-80-е г.г.)	Крупные корпуса из кирпича/железобетона, развитая инфраструктура, но устаревшая планировка (коридорная система, малометражные палаты).	Высокий. Перепланировка секций, устройство эркеров и балконов, изменение конфигурации кровли. Возможна надстройка мансардных этажей	Высокий. Полная замена инженерных сетей, установка современного лифтового оборудования, создание универсального дизайна (безбарьерная среда)
Современные и реконструируемые комплексы	Постройка 2000-х гг. или объекты, прошедшие капитальный ремонт	Низкий/Точечный. Текущий ремонт конструкций, возможная корректировка функционального зонирования территории	Постоянная. Обновление медицинского оборудования, цифровизация сервиса, внедрение энергоэффективных технологий

Почему же именно сочетание реконструкции и модернизации является комплексной формой развития, а не просто набором работ? Анализ современных тенденций развития курортной недвижимости позволяет выделить несколько ключевых аргументов.

Анализ современного состояния материальной базы КМВ. Как показывают исследования, часть материальной базы КМВ не соответствует современным требованиям. Карташева О.А. и ее коллеги отмечают, что значительная часть номерного фонда требует не просто косметического ремонта, а функциональной перестройки [2]. Строительно-экологические характеристики городов-курортов также нуждаются в улучшении. Это создает предпосылки для поиска комплексных решений.

Сохранение идентичности одновременно с соблюдением требований рынка рекреационных зон. Курорты КМВ исторически позиционировались не просто как больницы, а как «лечебные парки» и «дворцы здоровья». Архитектура здесь - часть лечебного фактора (эстетотерапия). Простая модернизация без реконструкции (вставка пластиковых окон в исторические стены, установка сплит-систем на фасадах-памятниках) убивает уникальный облик, лишая курорт конкурентного преимущества. Реконструкция

позволяет сохранить дух места, адаптируя его под современные нужды, что особенно важно для исторических зданий, исследованиями которых занимаются специалисты [3, 9].

Технологическая зависимость и экономическая эффективность. Современное бальнеологическое и физиотерапевтическое оборудование предъявляет жесткие требования к помещениям (площадь, высота потолков, влагостойкость, нагрузка на перекрытия, вентиляция). Морально устаревшие планировки советских санаториев зачастую не позволяют установить такое оборудование без перестройки помещений (реконструкции). Таким образом, модернизация лечебной базы невозможна без предварительной или сопутствующей реконструкции.

Комплексный подход позволяет менять функциональную модель санатория. Например, перепрофилировать неиспользуемые советские кинозалы под SPA-центры или переоборудовать этажи стационара под номера категории «люкс». Это увеличивает стоимость путевки и рентабельность. Опыт других курортных регионов, например Крыма, подтверждает эффективность реконструкции санаторного фонда с учетом инвестиционной привлекательности [12]. Развитие кластерного подхода, описанного С.А. Слепаковым, также предполагает модернизацию как ключевой элемент [13].

Управленческие и стратегические аспекты. Исторический опыт показывает, что модернизация управления курортами КМВ всегда была фактором их успешного развития [14]. Современная Стратегия развития КМВ до 2020 года (и последующие документы) прямо указывает на необходимость реконструкции и технического перевооружения санаторно-курортных учреждений [1]. Реализация этих стратегий, по мнению Н.В. Данченко и А.А. Коваленко, напрямую связана с модернизацией всего эколого-рекреационного комплекса [8]. Министерство туризма Ставропольского края в своих докладах также фиксирует положительную динамику от реализации инвестиционных проектов по реконструкции [15].

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что для устойчивого развития санаторно-курортного комплекса Кавказских Минеральных Вод необходим отказ от практики выборочных косметических ремонтов.

Комплексная форма развития, включающая в себя: Архитектурно-строительную реконструкцию (адаптацию объемно-планировочных решений под современные стандарты комфорта и лечебного процесса с сохранением исторического облика) [5,7] и Технологическую модернизацию (внедрение передовых медицинских и инженерных систем) [6] позволит превратить устаревшие строения в конкурентоспособные курортные комплексы мирового уровня. Это обеспечит выполнение главной задачи - сохранение и приумножение уникального рекреационного потенциала региона КМВ для будущих поколений, что соответствует целям, обозначенным в стратегических документах [1] и подтверждается актуальными исследованиями [2, 11, 15].

### Список литературы

1. Стратегия социально-экономического развития эколого-курортного региона Российской Федерации Кавказские Минеральные Воды на период до 2020 года : утв. Распоряжением Правительства РФ от 17.01.2006 № 44-р (ред. от 28.08.2012) // Собрание законодательства РФ. - 2006. - № 5. - Ст. 546. – 9 с.

2. Карташева, О. А. Современное состояние средств размещения Кавказских Минеральных Вод, функционально связанных с потребностями курорта / О. А. Карташева, А. А. Меняйлов, Д. Е. Смыкова // Региональные проблемы преобразования экономики. - 2019. - № 3 (101). - С. 135-140.

3. Кочкарев, Д. В. Исследование конструкций исторических зданий КМВ и подбор технологических мероприятий для усиления и повышения сейсмостойкости: выпускная квалификационная работа / Д. В. Кочкарев ; Северо-Кавказский федеральный университет. - Ставрополь, 2024. - 18 с.

4. Коваленко, А. А. Разработка направлений обеспечения экономического развития и повышения конкурентных преимуществ региона на основе развития сектора предпринимательства / А. А. Коваленко, С. А. Прозорова // Современная наука и инновации. - 2015. - Вып. 1 (9). - С. 26-32.
5. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 30.12.2021) // Собрание законодательства РФ. - 2005. - № 1 (ч. 1). - Ст. 16. – 454 с.
6. ГОСТ Р 56641-2015. Услуги санаторно-курортные. Реконструкция и модернизация зданий и сооружений санаторно-курортных комплексов. Общие требования. - Москва : Стандартинформ, 2015. - 12 с.
7. СП 257.1325800.2016. Здания гостиниц. Правила проектирования (с изменениями № 1, 2). - Москва : Минстрой России, 2016. - 84 с.
8. Данченко, Н. В. Реализация стратегии социально-экономического развития эколого-рекреационного региона КМВ в направлении модернизации / Н. В. Данченко, А. А. Коваленко // Экономические и гуманитарные исследования регионов. - 2014. - № 6. - С. 99-106.
9. Проблемы прогнозирования ресурса зданий исторической застройки курортного региона Кавказских Минеральных вод // Северо-Кавказский федеральный университет. - [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://find.ncfu.ru/vufind/Record/ir-20.500.12258-4141>, Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 25.05.2026).
10. Акопян, В. Вклад архитекторов польского происхождения в становление и развитие курортов Кавказских Минеральных Вод (XIX - начало XX века) / В. Акопян // Acta Polono-Ruthenica. - 2021. - Т. 26, № 3. - С. 221-242.
11. Акопян, В. Ф. Проведение исследований и анализа строительно-экологических характеристик городов-курортов Кавказских Минеральных Вод с разработкой рекомендаций по их улучшениям: выпускная квалификационная работа / В. Ф. Акопян; Северо-Кавказский федеральный университет. - Ставрополь, 2025. - 17 с.
12. Балакина, А. Е. Реконструкция санаторного фонда Республики Крым с учетом оценки инвестиционной привлекательности / А. Е. Балакина, И. С. Самылова // Вестник МГСУ. - 2020. - Т. 15, Вып. 10 (145). - С. 1353-1362.
13. Слепаков, С. А. Модернизация кластера «курорт-рекреация» в агломерационной системе / С. А. Слепаков. - Germany : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. - 304 с.
14. Краснокутская, Л. И. Модернизация управления Кавказскими Минеральными Водами в период Кавказской войны / Л. И. Краснокутская, Т. А. Невская // Гуманитарные и юридические исследования. - 2019. - № 4. - С. 60-67.
15. Министерство туризма и оздоровительных курортов Ставропольского края. Итоги развития санаторно-курортного и туристского комплекса Ставропольского края за 2023 год : аналитический доклад. - Ставрополь, 2024. - 45 с.

#### **List of references**

1. Strategy of socio-economic development of the ecological and resort region of the Russian Federation Caucasian Mineral Waters for the period up to 2020 : approved by By Order of the Government of the Russian Federation dated 17.01.2006 No. 44-r (as amended on 28.08.2012) // Collection of legislation of the Russian Federation. - 2006. - No. 5. - St. 546. – 9 p.
2. Kartasheva O. A., Menyailov A. A., Smykova D. E. The current state of the facilities of the Caucasian Mineral Waters, functionally related to the needs of the resort. // Regional problems of economic transformation. - 2019. - № 3 (101). - Pp. 135-140.
3. Kochkarev, D. V. Research of constructions of historical buildings of the North Caucasus Region and selection of technological measures for strengthening and increasing seismic resistance: final qualifying work / D. V. Kochkarev ; North Caucasus Federal University. - Stavropol, 2024. - 18 p.

4. Kovalenko, A. A. Development of directions for ensuring economic development and increasing the competitive advantages of the region based on the development of the business sector / A. A. Kovalenko, S. A. Prozorova // Modern science and innovation. - 2015. - Issue 1 (9). - pp. 26-32.

5. Urban Planning Code of the Russian Federation No. 190-FZ dated December 29, 2004 (as amended on December 30, 2021) // Collection of Legislation of the Russian Federation. - 2005. - No. 1 (part 1). - Art. 16. – 454 p.

6. GOST R 56641-2015. Spa services. Reconstruction and modernization of buildings and facilities of sanatorium-resort complexes. General requirements. - Moscow : Standartinform, 2015. - 12 p.

7. SP 257.1325800.2016. Hotel buildings. Design Rules (with amendments No. 1, 2). Moscow : Ministry of Construction of Russia, 2016. 84 p.

8. Danchenko, N. V. Implementation of the strategy of socio-economic development of the ecological and recreational region of the CMS in the direction of modernization / N. V. Danchenko, A. A. Kovalenko // Economic and Humanitarian studies of the regions. 2014. No. 6. pp. 99-106.

9. Problems of forecasting the resource of buildings of historical development in the resort region of the Caucasian Mineral Waters // North Caucasus Federal University. - [Electronic resource]: Access mode: <https://find.ncfu.ru/vufind/Record/ir-20.500.12258-4141> , Title. From the screen. – In Russian (accessed: 05/25/2026).

10. Hakobyan, V. The contribution of architects of Polish origin to the formation and development of resorts of Caucasian Mineral Waters (XIX - early XX century) / V. Hakobyan // Acta Polono-Ruthenica. - 2021. - Vol. 26, No. 3. - pp. 221-242.

11. Hakobyan, V. F. Conducting research and analysis of construction and ecological characteristics of the resort towns of the Caucasian Mineral Waters with the development of recommendations for their improvement: final qualifying work / V. F. Hakobyan; North Caucasus Federal University. - Stavropol, 2025. - 17 p.

12. Balakina, A. E. Reconstruction of the sanatorium fund of the Republic of Crimea, taking into account the assessment of investment attractiveness / A. E. Balakina, I. S. Samylova // Bulletin of MGSU. 2020. Vol. 15, Issue 10 (145). pp. 1353-1362.

13. Slepakov, S. A. Modernization of the resort-recreation cluster in the agglomeration system / S. A. Slepakov. - Germany : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. - 304 p.

14. Krasnokutskaya, L. I. Modernization of the management of Caucasian Mineral Waters during the Caucasian War / L. I. Krasnokutskaya, T. A. Nevskaya // Humanitarian and legal studies. - 2019. - No. 4. - pp. 60-67.

15. Ministry of Tourism and Health Resorts of the Stavropol Territory. The results of the development of the sanatorium-resort and tourist complex of the Stavropol Territory in 2023 : an analytical report. - Stavropol, 2024. - 45 p.

УДК 691.342:621.644.07(211-17)

## ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ИЗ КАУТОНА ДЛЯ ИЗОЛЯЦИИ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА

С. И. Матренинский, Р. И. Сапелкин, О. П. Крутских, А. А. Фомичева

---

**Матренинский Сергей Иванович**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, ФГБУ «Центральный научно-исследовательский и проектный институт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства», Центр прикладных научных исследований, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, E-mail: gso09@yandex.ru

**Сапелкин Роман Иванович**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, ведущий инженер Инжинирингового центра «Проект Строй Инжиниринг», ФГБУ «Центральный научно-исследовательский и проектный институт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства», Центр прикладных научных исследований, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, E-mail: Rom\_1976@mail.ru

**Крутских Олег Петрович**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. МТПР-241, E-mail: ol.crutskih@yandex.ru

**Фомичева Анна Александровна**, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бСТР-241, E-mail: Anyfomicheva2005@gmail.com

---

**Аннотация:** настоящая работа посвящена повышению эксплуатационной надёжности и долговечности стальных трубопроводов, работающих в условиях Арктического региона РФ. Рассмотрены подходы к созданию защитных материалов, способных эффективно работать в широком диапазоне эксплуатационных воздействий. В качестве такого материала исследован каутон - композиционное покрытие на основе каучуковой мастики, получаемое вулканизацией состава с применением промышленных отходов (Воронежское ТЭС). Приведены сведения о составе материала, особенностях его структурообразования и рациональных режимах тепловой обработки. Установлено, что покрытие на основе каутона характеризуется химической стойкостью, гидрофобностью, достаточной механической прочностью и пригодностью к эксплуатации при отрицательных температурах. Показано, что применение данного материала позволяет не только повысить эффективность антикоррозионной защиты трубопроводов, но и снизить затраты на ремонтно-восстановительные работы, а также получить экологический эффект за счёт использования техногенных отходов.

**Ключевые слова:** трубопроводный транспорт; защита от коррозии; стресс-коррозионное разрушение; антикоррозионные покрытия; каучуковая мастика; каутон.

## PROTECTIVE KAUTON-BASED COATINGS FOR THE INSULATION OF STEEL PIPELINES OPERATED IN THE ARCTIC REGION

S. I. Matreninsky, R. I. Sapelkin, O. P. Krutskih, A. A. Fomicheva

**Matreninsky Sergey Ivanovich**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, Construction Organization, Expertise and Real Estate Management, Federal State Budgetary Institution "Central Research and Design Institute of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services", Center for Applied Scientific Research, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, E-mail: gso09@yandex.ru

**Sapelkin Roman Ivanovich**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Senior Engineer of the Engineering Center "Project Stroy Engineering", Federal State Budgetary Institution "Central Research and Design Institute of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services", Center for Applied Scientific Research, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, E-mail: Rom\_1976@mail.ru

**Krutskih Oleg Petrovich**, Voronezh State Technical University, Master's student group mTPR-241, E-mail: ol.crutskih@yandex.ru

**Fomicheva Anna Aleksandrovna**, Voronezh State Technical University, student gr. bSTR-241, E-mail: Anyfomicheva2005@gmail.com

---

**Abstract:** this paper examines improving the operational reliability and durability of steel pipelines operating in the Arctic region of the Russian Federation. Approaches to creating protective materials capable of performing effectively in a wide range of operational conditions are considered. Cauton, a composite coating based on rubber mastic and obtained by vulcanization using industrial waste, is studied as such a material. Information on the material's composition, the characteristics of its structure formation, and rational heat treatment modes are provided. It has been established that the Cauton-based coating is characterized by chemical resistance, hydrophobicity, sufficient mechanical strength, and suitability for use at subzero temperatures. It has been shown that the use of this material not only improves the effectiveness of pipeline corrosion protection but also reduces repair and restoration costs and achieves environmental benefits through the use of industrial waste.

**Keywords:** pipeline transport; corrosion protection; stress–corrosion cracking; anticorrosion coatings; rubber mastic; kauton.

Специфика Арктического региона РФ определяется воздействием низких температур и неблагоприятных инженерно-геологических условий, что заметно усиливает требования, предъявляемые к защитным покрытиям трубного металла. Особую значимость эта задача приобретает применительно к магистральному трубопроводному транспорту, поскольку именно северные регионы во многом определяют конфигурацию и протяжённость ключевых газотранспортных направлений. Согласно официальным данным ПАО «Газпром», протяжённость магистральных газопроводов на территории России составляет 180,6 тыс. км. [1].

В среднем на участке протяжённостью от 100 км фиксируется порядка трёх-четырёх стресс-коррозионных повреждений, каждый из которых может рассматриваться как потенциально опасная зона, а для предотвращения дальнейшего развития подобных повреждений ежегодно ремонтируется порядка 2000–3000 км магистральных газопроводов. Каждый подобный дефект следует рассматривать как потенциальный очаг аварийного развития, а экономические потери от одной аварии могут быть весьма значительными.

В практике защиты трубного металла сегодня преобладают многослойные антикоррозионные системы. Однако их применение связано с рядом ограничений: усложнённой технологией нанесения, зависимостью от импортных компонентов, сравнительно узким температурным диапазоном эксплуатации и трудоёмкостью восстановления покрытия непосредственно в трассовых условиях. В связи с этим актуальной

остаётся разработка новых защитных материалов, способных сохранять работоспособность в более широком диапазоне эксплуатационных воздействий.

Данное исследование направлено на изучение использования инновационного материала на основе полибутадиенового каучука - каутона, в качестве защитного покрытия трубопроводов, а также на совершенствование технологии формирования высокопрочного коррозионностойкого покрытия на его основе, предназначенного для эксплуатации в условиях Арктики.

Получение каутона осуществляется путём вулканизации мастики (каучуковой) при определённом соотношении исходных составляющих, представленном в таблице 1 [2].

Необходимо отметить, что одним из компонентов каутона может являться наполнитель - зола Воронежской ТЭС. Такой подход позволяет одновременно снизить стоимость композиции и вовлечь в хозяйственный оборот техногенные отходы, подлежащие утилизации.

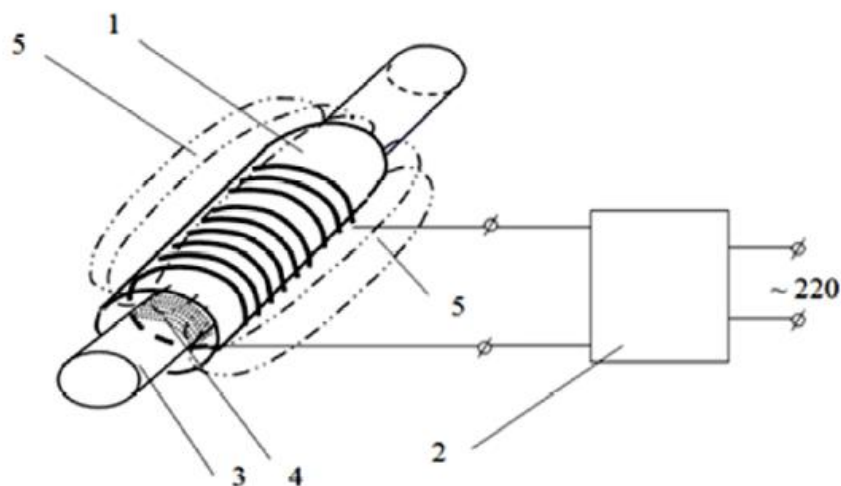
Таблица 1

## Соотношение химических компонентов каучуковой мастики

Компоненты каучуковой мастики	Соотношение компонентов, масс %
Синтетический каучук	16,0—22,0
Сера техническая	6,0—13,0
Ускоритель вулканизации — тетраметилтиурамдисульфид (Тиурам-Д)	0,6—1,4
Активатор вулканизации — оксид цинка (ZnO)	3,0—10,0
Оксид кальция (CaO)	0,6—1,2
Тонкомолотый минеральный наполнитель	Остальное

Полноценный процесс вулканизации наступает лишь при обеспечении требуемого температурного режима во всём объёме материала, включая его поверхностные и внутренние слои, посредством внесения необходимого количества тепловой энергии.

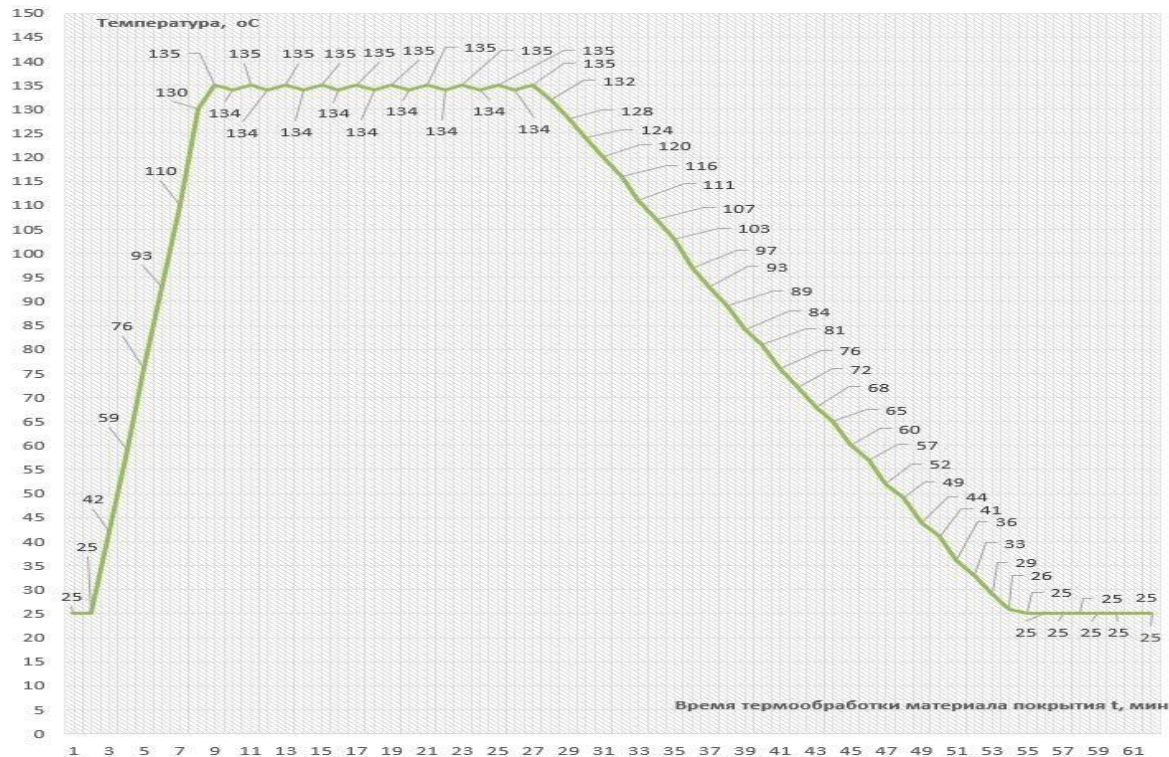
Для формирования покрытий из каутона на поверхности трубного металла предложен способ тепловой обработки, основанный на использовании индукционного нагрева [3]. Необходимость применения такого подхода обусловлена требованием обеспечить рациональные режимы структурообразования каучуковой мастики непосредственно на изолируемой стальной трубе. С этой целью было разработано и изготовлено экспериментальное устройство, позволяющее осуществлять нагрев трубного металла и поддерживать заданные температурные параметры в процессе вулканизации. Принципиальная электрическая схема установки для термообработки каучукосодержащего композиционного материала при индукционном нагреве трубы представлена на рисунке 1.



**Рис. 1. Схема установки для тепловой обработки каучукосодержащей композиции с применением индукционного разогрева трубного металла: 1 - индукционный контур; 2 - генератор тока высокой частоты; 3 - изолируемая металлическая труба; 4 - слой каучуковой мастики, подвергаемый нагреву; 5 - электромагнитное воздействие.**

На рисунке 2 представлен график температурно-временных режимов вулканизации каутона на поверхности трубного металла с использованием индукционного теплогенерирующего устройства, оснащённого программируемым термостатом.

Указанные режимы термообработки способствуют полному протеканию процесса вулканизации и обеспечивает образование плотного, равномерного и структурно однородного защитного покрытия из каутона.



**Рис. 2. Температурно-временной график вулканизации каутона на поверхности трубного металла, реализуемый индукционным теплогенерирующим устройством**

Реализация данной технологии направлена на повышение антикоррозионной стойкости, эксплуатационной надёжности и долговечности трубопроводных систем, а также на снижение затрат на ремонтно-восстановительные работы и уменьшение экологических рисков [4].

Ожидаемые результаты:

- рост эксплуатационной надёжности трубопроводной системы за счет формирования прочного антикоррозионного покрытия, обеспечивающего снижение вероятности повреждений, утечек и аварийных отказов при длительной эксплуатации;
- повышение уровня промышленной и экологической безопасности вследствие уменьшения риска сквозной коррозии трубного металла и, как следствие, сокращения вероятности загрязнения окружающей среды транспортируемым продуктом;
- существенный природоохранный эффект, обусловленный возможностью введения в состав композиционного материала до 85 % промышленных отходов, что позволяет одновременно решать задачу утилизации вторичных ресурсов и снижения экологической нагрузки (см. табл. 1);
- снижение удельных затрат на покрытие трубопровода за счет меньшей стоимости материала: по данным сравнительного анализа, стоимость 1 м<sup>2</sup> покрытия на основе каутона значительно ниже по сравнению с традиционно применяемыми антикоррозионными материалами (см табл. 2);
- научно-технический эффект, связанный с внедрением нового подхода к формированию универсального защитного слоя на поверхности трубного металла, сочетающего антикоррозионные, прочностные и технологические преимущества;
- упрощение технологии нанесения покрытия в заводских условиях, так как применение каутона не требует сложной предварительной подготовки металлической поверхности и устройства дополнительной защиты покрытия от механических повреждений;
- повышение технологичности производства и ремонта труб, выражающееся в возможности интеграции нового покрытия в существующие производственные и ремонтные процессы без существенного усложнения оборудования и операций;
- перспектива увеличения межремонтного периода трубопроводов благодаря более эффективной защите металла от коррозионного разрушения, что особенно важно для объектов, эксплуатируемых в труднодоступных районах;
- повышение эффективности применения в условиях Арктического региона, где к защитным покрытиям предъявляются повышенные требования по стойкости к агрессивным природно-климатическим факторам и надёжности в длительной эксплуатации;
- улучшение конкурентоспособности предлагаемого материала по сравнению с традиционными антикоррозионными покрытиями за счет сочетания экономической доступности, технологической простоты и экологической целесообразности.

Средняя стоимость материала покрытия на основе каучуковой мастики, исходя из анализа сложившихся цен на жидкий синтетический каучук, принята равной 26,7\$/м<sup>2</sup>. В сравнении с используемыми в настоящее время покрытиями, средняя стоимость которых составляет 58,69 \$/м<sup>2</sup>, применение каучуковой мастики позволяет получить прогнозируемый экономический эффект в размере 31,99\$/м<sup>2</sup> (см. табл. 2).

Таблица 2

**Предварительное сравнение прогнозируемого эффекта от материала изолирующего покрытия - каутона**

Материал покрытия	Средний диаметр труб, мм	Средняя цена материала покрытия, \$/м <sup>2</sup>
Используемые в настоящее время покрытия	1420	<b>58,69</b>
Каучуковая мастика	1420	<b>26,70</b>
Прогнозируемый экономический эффект 31,99 \$/м <sup>2</sup>		

При этом необходимо отметить, что каутон обладает набором высоких физико-механических свойств (см. табл. 3), позволяющих эффективно использовать его в качестве защитного покрытия для различных конструкций, подвергающихся воздействию знакопеременных нагрузок.

Таблица 3

**Физико-механические характеристики каутонов**

Прочность при сжатии, МПа	60...110
Прочность при растяжении, МПа	8...20
Модуль упругости, $\times 10^4$ МПа	2,0...3,5
Коэффициент длительности при сжатии	0,77...0,78
Коэффициент Пуассона	0,18...0,35
Теплостойкость,	90...100
Морозостойкость, число циклов замораживания – оттаивания, не менее	500
Истираемость, г/см <sup>2</sup>	0,15...0,3
Водопоглощение, мас. %	0,05
Усадка, мм/м	0,17...0,21

Совокупное сочетание экономической целесообразности, повышенных физико-механических характеристик и значительной химической стойкости к различным агрессивным средам (см. табл. 4) позволяет рекомендовать каутон для изоляции трубопроводов, эксплуатируемых в неблагоприятных природно-климатических и инженерно-геологических условиях Арктического региона

Таблица 4

**Коэффициенты химической стойкости каутона**

Вид агрессивной среды	Через 1 год экспонирования	Прогнозируемый через 10 лет
20 %-ый раствор серной кислоты	0,95	0,95
3 %-ый раствор азотной кислоты	0,8	0,7
10 %-ый раствор лимонной кислоты	0,9	0,8
20 %-ый раствор едкого натрия	0,95	0,95
10 %-ый раствор едкого калия	0,8	0,65
Насыщенный раствор хлористого натрия	0,9	0,8
Дизельное топливо	0,95	0,95
Вода	1	0,99

С инженерной точки зрения особенно важно, что материал ориентирован не на лабораторную демонстрацию свойств, а на реальные условия эксплуатации - низкие температуры, влажные грунты, подземную прокладку и необходимость ремонта протяжённых участков трубопроводов. Именно в таких условиях преимущества покрытия проявляются наиболее отчётливо.

Экономические расчёты также подтверждают практический смысл разработки: при сопоставлении с традиционно применяемыми покрытиями каутон даёт заметное снижение затрат. Это делает его перспективным не только как объект дальнейших исследований, но и как материал, заслуживающий перехода к более широким опытно-производственным испытаниям.

### Список литературы

1. Суровцев, И. С. Способ устройства высокопрочного коррозионностойкого покрытия для эффективной защиты стальных трубопроводов, эксплуатирующихся в условиях крайнего севера / И. С. Суровцев, Ю. М. Борисов, С. И. Матренинский, Р. И. Сапелкин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. – 2011. – № 1(21). – С. 56-61.
2. Сапелкин, Р. И. Моделирование температурного поля в материале на основе низкомолекулярного олигодиена защитного покрытия трубного металла при его термообработке / Р. И. Сапелкин, С. И. Матренинский, В. Я. Мищенко // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2023. – № 4(72). – С. 59-70.
3. Патент № 2380607 С1 Российская Федерация, МПК F16L 58/02. Способ нанесения защитного покрытия на трубопровод : № 2008139676/06 :заявл. 06.10.2008 : опубл. 27.01.2010 / Ю. М. Борисов, С. И. Матренинский, Р. И. Сапелкин, Н. С. Бритвин ; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Воронежский государственный архитектурно-строительный университет ГОУ ВПО ВГАСУ.
4. Исмаилова, В. С. Маркетинговый анализ конкурентных преимуществ отечественной инновационной технологии изоляции сварных стыков / В. С. Исмаилова, Т. В. Галиуллин // Вестник УГАТУ. 2015. Т. 19. № 1 (67). С. 295–302.

### List of references

1. Surovtsev, I. S. A method of installing a high-strength corrosion-resistant coating for effective protection of steel pipelines operating in the Far North / I. S. Surovtsev, Yu. M. Borisov, S. I. Matreninsky, R. I. Sapelkin // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. – 2011. – № 1(21). – Pp. 56-61.
2. Sapelkin, R. I. Modeling of the temperature field in a material based on low molecular weight oligodiene protective coating of tubular metal during its heat treatment / R. I. Sapelkin, S. I. Matreninsky, V. Ya. Mishchenko // Scientific Journal of Construction and Architecture. – 2023. – № 4(72). – Pp. 59-70.
3. Patent No. 2380607 C1 Russian Federation, IPC F16L 58/02. Method of applying a protective coating to the pipeline : No. 2008139676/06 :application 06.10.2008 : published 27.01.2010 / Yu. M. Borisov, S. I. Matreninsky, R. I. Sapelkin, N. S. Britvin ; applicant State Educational Institution of Higher Professional Education Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering VGASU.
4. Ismagilova V. S., Galiullin T. V. Marketing analysis of competitive advantages of domestic innovative technology of insulation of welded joints // Bulletin of UGATU. 2015. Vol. 19. No. 1 (67). pp. 295-302.

УДК 691.342:678:621-2/-9

## ВУЛКАНИЗАЦИИ КАУТОНА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В. Я. Мищенко, С. И. Матренинский, Р. И. Сапелкин, О. П. Крутских

---

**Мищенко Валерий Яковлевич**, Воронежский государственный технический университет, доктор технических наук, заведующий кафедрой технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, ФГБУ «Центральный научно-исследовательский и проектный институт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства», Центр прикладных научных исследований, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник, E-mail: oseun@yandex.ru,

**Матренинский Сергей Иванович**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, ФГБУ «Центральный научно-исследовательский и проектный институт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства», Центр прикладных научных исследований, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, E-mail: gso09@yandex.ru

**Сапелкин Роман Иванович**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, ведущий инженер Инжинирингового центра «ПроектСтройИнжиниринг», ФГБУ «Центральный научно-исследовательский и проектный институт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства», Центр прикладных научных исследований, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, E-mail: Rom\_1976@mail.ru

**Крутских Олег Петрович**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. МППР-241, E-mail: ol.crutskih@yandex.ru

---

**Аннотация:** в статье рассматриваются особенности формирования защитного слоя строительных конструкций покрытием из каучукосодержащего материала (каутон) посредством его вулканизации. Показано, что качество формируемого покрытия определяется не только составом материала, но и условиями его термического структурообразования. Установлено, что эффективное протекание вулканизационного процесса возможно лишь при создании и поддержании заданного температурного поля по всему объёму покрытия. Рассмотрены конструктивные и технологические особенности электропрогрева каутон с применением греющего провода, а также проанализированы рациональные температурно-временные режимы термообработки. Показано, что двухэтапный режим нагрева обеспечивает последовательное развитие структурообразования и формирование плотной однородной структуры материала. Отмечено, что существенное влияние на качество покрытия оказывают шаг расположения греющего провода, скорость нагрева и равномерность распределения температуры по толщине слоя. Установлено, что использование дополнительного инфракрасного излучения способствует выравниванию температурного поля и повышению эффективности вулканизации. Сделан вывод о том, что управление параметрами теплового воздействия является определяющим условием получения эксплуатационно устойчивого покрытия из каутон.

**Ключевые слова:** каутон; вулканизация; термообработка; греющий провод; защитное покрытие.

## VULCANIZATION OF CAUTION IN THE FORMATION OF PROTECTIVE COATINGS OF BUILDING STRUCTURES

V. Ya. Mishchenko, S. I. Matreninsky, R. I. Sapelkin, O. P. Krutskikh

**Mishchenko Valery Yakovlevich**, Voronezh State Technical University, Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Technology, Construction Organization, Expertise and Real Estate Management, Central Research and Design Institute of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services, Center for Applied Scientific Research, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, E-mail: oseun@yandex.ru,

**Matreninsky Sergey Ivanovich**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, Construction Organization, Expertise and Real Estate Management, Central Research and Design Institute of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services, Center for Applied Scientific Research, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, E-mail: gso09@yandex.ru

**Sapelkin Roman Ivanovich**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Senior Engineer at the Engineering Center "Projectstroyengineering", Federal State Budgetary Institution "Central Research and Design Institute of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services", Center for Applied Scientific Research, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, E-mail: Rom\_1976@mail.ru

**Krutskikh Oleg Petrovich**, Voronezh State Technical University, Master's degree in mTPR-241, E-mail: ol.crutskikh@yandex.ru

**Abstract:** this article examines the formation of a protective layer on building structures using a rubber-containing material (caution) coating through vulcanization. It is shown that the quality of the resulting coating is determined not only by the composition of the material but also by the conditions of its thermal structure formation. It has been established that the vulcanization process can only be effective if a specified temperature field is created and maintained throughout the entire coating volume. The design and technological features of electrical heating of caution using a heating wire are considered, and rational temperature-time modes of heat treatment are analyzed. It is shown that a two-stage heating mode ensures the consistent development of structure formation and the formation of a dense, homogeneous structure of the material. It is noted that the pitch of the heating wire, the heating rate, and the uniformity of temperature distribution across the layer thickness have a significant impact on the quality of the coating. It has been established that the use of additional infrared radiation helps to equalize the temperature field and increase the efficiency of vulcanization. It is concluded that control of thermal exposure parameters is a determining condition for obtaining an operationally stable coating from cautionous coating.

**Keywords:** vulcanization; heat treatment; heating wire; protective coating.

В современном строительном и промышленном производстве сохраняется потребность в создании защитных покрытий, способных обеспечить высокую прочность, надежность и стойкость конструктивных элементов зданий и сооружений к агрессивным средам в процессе эксплуатации. В этой связи особый интерес представляют композиционные материалы на основе низкомолекулярных диеновых олигомеров, относящихся к классу жидких каучуков. В Воронежском государственном техническом университете на базе низкомолекулярных диеновых олигомеров разработан материал - каучуковый бетон (каутон), характеризующийся комплексом физико-механических свойств, достаточных для его применения как в качестве конструкционного, так и изоляционного материала, а также устойчивостью к воздействию агрессивных сред [1].

Процесс вулканизации является ключевой стадией формирования покрытия, поскольку именно в этот период происходит образование пространственной структуры материала и закладываются его будущие эксплуатационные свойства. Нормальное протекание данного процесса возможно лишь при создании и поддержании по объёму покрытия заданного температурного поля. Нарушение рационального температурного режима приводит либо к замедлению структурообразования, либо к интенсивному газовыделению и деструкции материала, что отрицательно сказывается на качестве формируемого покрытия.

Сложность управления процессом вулканизации обусловлена сравнительно низкой теплопроводностью каутона, влиянием окружающей среды и необходимостью равномерного прогрева как поверхностных, так и внутренних слоёв материала.

В связи с этим в настоящей работе рассматриваются особенности вулканизации каутона при формировании защитных покрытий, анализируются условия нормального протекания структурообразования, а также оценивается влияние теплового режима на качество получаемого материала. Такой подход позволяет связать технологические параметры процесса с конечными свойствами покрытия и обосновать рациональные условия его устройства.

Каутон представляет собой композиционный материал на основе низкомолекулярного олигодиена, получаемый в результате вулканизации каучукобетонной смеси.

В классическом варианте состав материала включает низкомолекулярный олигодиен, серу, тиурам, оксид цинка, оксид кальция, золу-унос Воронежской ТЭС и минеральный наполнитель (песок, резиновая крошка) (см. табл. 1). Такое сочетание компонентов обеспечивает формирование материала, сочетающего высокие физико-механические показатели, химическую стойкость и пригодность к использованию в качестве защитного покрытия.

Таким образом, предпосылки структурообразования каутона определяются не только его химическим составом, но и функциональной ролью каждого компонента в процессе вулканизации. Формирование требуемой структуры становится возможным лишь при согласованном действии связующего, вулканизирующей системы, активирующих и сорбирующих добавок, а также наполнителей, обеспечивающих материалу необходимые технологические и эксплуатационные свойства.

Таблица 1

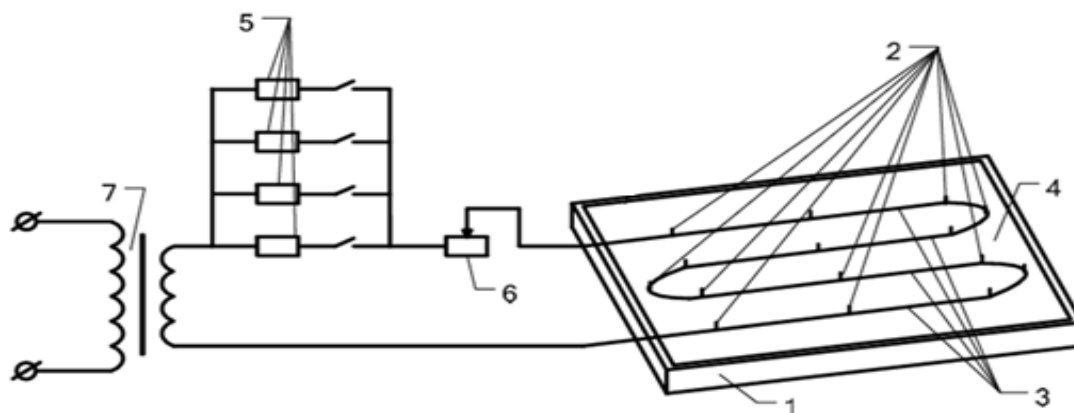
Соотношение химических компонентов каутона

Низкомолекулярный олигодиен 8 – 11 %	Сера 3 – 6,5 %
Тиурам 0,3 – 0,7 %	Оксид цинка 1,5 – 5,0 %
Оксид кальция 0,3 – 0,6 %	Заполнитель - остальное %

Вулканизация каутона при формировании защитного покрытия является определяющей стадией структурообразования материала, поскольку именно в этот период происходит образование устойчивой пространственной структуры, от которой зависят прочность, плотность, однородность и дальнейшие эксплуатационные свойства покрытия. Нормальное протекание данного процесса возможно только при условии создания и поддержания в объёме материала требуемого температурного поля. При этом решающее значение имеет не только достижение необходимой температуры, но и равномерность её распределения по поверхности и толщине формируемого слоя.

Сложность обеспечения заданного режима вулканизации обусловлена сравнительно низкой теплопроводностью каутона. Для решения данной задачи может быть использовано

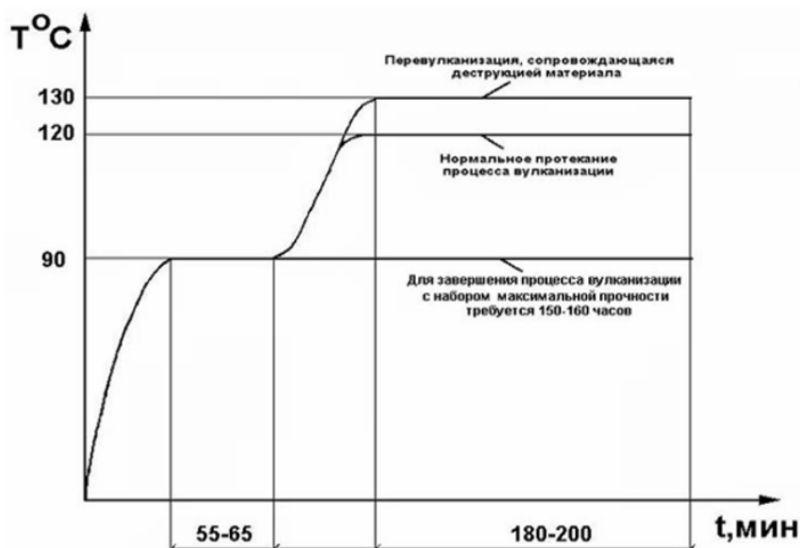
устройство электропрогрева с греющим проводом, позволяющее организовать направленный подвод тепловой энергии непосредственно в толщу материала (рис. 1) [2]. Такой подход обеспечивает возможность управления температурным режимом в процессе структурообразования покрытия.



**Рис. 1. Схема устройства, предназначенного для электропрогрева покрытия из каутона с применением нагревательного провода: 1 - базовое основание; 2 - крепежные штыри; 3 - неизолированные стальные проводники нагрева; 4 - покрывной слой; 5 - нагрузочные сопротивления; 6 - регулирующий элемент тока; 7 - трансформатор для понижения напряжения.**

Применение греющего провода в качестве основного источника тепла позволяет формировать температурное поле в объеме вулканизуемого слоя. При этом, как видно из рисунка 1, конструктивная схема устройства включает источник питания, элементы регулирования нагрузки и нагревательные проводники, размещаемые в покрытии с заданным шагом. Именно расстояние между ветвями провода и режим теплового воздействия оказывают существенное влияние на равномерность прогрева и, следовательно, на качество формируемой структуры.

В ходе исследований были определены рациональные температурные режимы теплового воздействия на каутон (рис. 2). Установлено, что термообработку нужно осуществлять строго в два этапа (см. табл. 2) [3].



**Рис. 2. График изменения температуры каутона при его термической обработке в период вулканизации**

Как следует из данных, приведённых в таблице 2, на первом этапе, продолжающемся 55-65 мин, температура слоя должна быть доведена до 85-95 °C, что необходимо для образования начальных структурных связей в материале.

**Таблица 2**

**Рациональные параметры вулканизации каутона при различных способах теплового воздействия в 2 этапах**

1 этап Вулканизации	2 этап Вулканизации
Время протекания этапа 55-65 мин	Время протекания этапа 180 - 200 мин
Температура 85-95 °C	Температура 115-125 °C
Шаг греющего провода 8-15 мм	
Шаг при дополнительном ИК-подогреве до 18 мм	

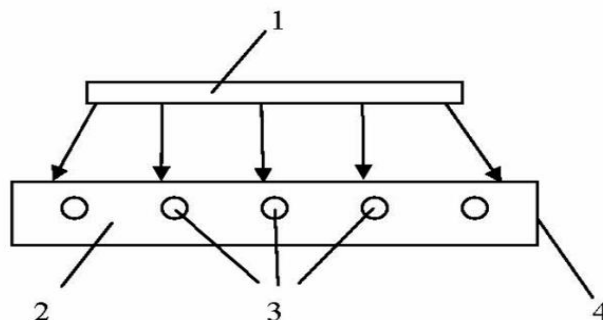
На втором этапе температуру покрытия поддерживают в пределах 115-125 °C в течение 180-200 мин, обеспечивая завершение вулканизации и образование плотной и однородной структуры.

Данные таблицы 2 также показывают, что при электропрогреве рациональный шаг расположения ветвей греющего провода обычно находится в пределах 8-15 мм. Уменьшение этого расстояния менее 8 мм практически не сопровождается заметным улучшением условий термообработки, тогда как увеличение шага свыше 15 мм вызывает неравномерность температурного поля. При дополнительном инфракрасном подогреве наружной поверхности покрытия допустимо увеличение шага нагревательного провода до 18 мм, что также отражено в таблице 2.

Отдельного внимания заслуживает скорость нагрева материала. Как видно из табличных данных, при переходных процессах скорость повышения температуры не должна превышать 1 °C в минуту. Это связано с тем, что чрезмерно быстрый нагрев вызывает интенсивное газовыделение, способное привести к вспучиванию каутона. Таким образом, температурный режим должен обеспечивать достижение требуемого уровня нагрева.

Повышение эффективности вулканизации и процесса структурообразования каутона может быть достигнуто за счёт дополнительного теплового воздействия на наружную поверхность покрытия [4]. Такой подход способствует выравниванию температурного поля, как по поверхности, так и по толщине прогреваемой конструкции, что создаёт более

благоприятные условия для формирования однородной структуры материала [5]. Анализ применяемых теплогенерирующих устройств показал, что в качестве дополнительного источника тепловой энергии целесообразно использовать генератор инфракрасного излучения (рис. 3).



**Рис. 3. Схема совместного размещения нагревательных элементов при комбинированной термообработке каутона с использованием греющего провода и источника инфракрасного излучения: 1 - инфракрасный излучатель; 2 - слой каутона; 3 - нагревательный провод; 4 - формообразующая опалубка.**

Рассматриваемое устройство осуществляет нагрев поверхности и отличается высоким значением КПД, составляющим около 65 %.

За счёт дополнительного воздействия инфракрасного излучения на внешнюю поверхность площадки было достигнуто более равномерное распределение температуры по объёму материала в диапазоне 118-125 °С. Одновременно установлено, что при таком режиме расстояние между ветвями греющего провода может быть увеличено вдвое по сравнению с обычным электропрогревом.

Таким образом, применение инфракрасного излучения в сочетании с электропрогревом следует рассматривать не только как средство повышения равномерности температурного поля, но и как способ расширения допустимых технологических параметров устройства каутовых покрытий площадок.

Проведённый анализ показал, что вулканизация каутона при устройстве покрытий площадок должна рассматриваться как управляемый процесс термического структурообразования, от которого напрямую зависят плотность, однородность и эксплуатационная устойчивость защитного слоя. Установлено, что эффективное формирование покрытия возможно только при создании и поддержании заданного температурного поля по всему объёму материала. Двухэтапный режим термообработки обеспечивает последовательное развитие структурообразования: на первой стадии формируются начальные связи в каучуковом связующем, а на второй завершается вулканизация и образуется плотная однородная структура каутона.

Показано, что существенное влияние на качество покрытия оказывают шаг расположения греющего провода, скорость нагрева и равномерность распределения тепла по толщине слоя. Установлено, что применение дополнительного инфракрасного излучения позволяет выровнять температурное поле, повысить эффективность термообработки и расширить допустимые технологические параметры устройства покрытия. Таким образом, качество вулканизированного каутона определяется не только его составом, но и правильным выбором режима теплового воздействия, обеспечивающего завершенность структурообразования без перехода к деструктивным процессам.

**Список литературы**

1. Борисов, Ю. М. Расчет процесса теплопередачи при отверждении каучукового бетона / Ю. М. Борисов, С. И. Матренинский, Р. И. Сапелкин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2009. Вып. № 2 (14). С. 72-77.
2. Патент № 2380607 С1 Российская Федерация, МПК F16L 58/02. Способ нанесения защитного покрытия на трубопровод : № 2008139676/06 : заявл. 06.10.2008 : опубл. 27.01.2010 / Ю. М. Борисов, С. И. Матренинский, Р. И. Сапелкин, Н. С. Бритвин ; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Воронежский государственный архитектурно-строительный университет ГОУ ВПО ВГАСУ.
3. Суровцев, И. С. Совершенствование технологии нанесения высокопрочных коррозионностойких защитных покрытий на основе низкомолекулярного олигодиена / И. С. Суровцев, Ю. М. Борисов, С. И. Матренинский, Р. И. Сапелкин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2010. Вып. № 4 (20). С. 77-87.
4. Борисов, Ю. М. Способ устройства высокопрочного коррозионностойкого покрытия для эффективной защиты стальных трубопроводов, эксплуатирующихся в условиях Крайнего Севера / Ю. М. Борисов, С. И. Матренинский, Р. И. Сапелкин // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2011. Вып. № 1 (21). С. 56-61.
5. Сапелкин, Р. И. Эффективное защитное покрытие трубного металла высокопрочным коррозионностойким материалом на основе низкомолекулярного олигодиена / Р. И. Сапелкин, С. И. Матренинский, В. Я. Мищенко // Научный журнал строительства и архитектуры. 2023. № 2 (70). С. 56-68.

**List of references**

1. Borisov, Yu. M. Calculation of the heat transfer process during the curing of rubber concrete / Yu. M. Borisov, S. I. Matreninsky, R. I. Sapelkin // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. 2009. Issue. No. 2 (14). pp. 72-77.
2. Patent No. 2380607 C1 Russian Federation, IPC F16L 58/02. Method of applying a protective coating to the pipeline : No. 2008139676/06 : application 06.10.2008 : published 27.01.2010 / Yu. M. Borisov, S. I. Matreninsky, R. I. Sapelkin, N. S. Britvin ; applicant State Educational Institution of Higher Professional Education Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering VGASU.
3. Surovtsev, I. S. Improving the technology of applying high-strength corrosion-resistant protective coatings based on low molecular weight oligodiene / I. S. Surovtsev, Yu. M. Borisov, S. I. Matreninsky, R. I. Sapelkin // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. 2010. Issue. No. 4 (20). pp. 77-87.
4. Borisov, Yu. M. A method of installing a high-strength corrosion-resistant coating for effective protection of steel pipelines operating in the Far North / Yu. M. Borisov, S. I. Matreninsky, R. I. Sapelkin // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and architecture. 2011. Issue. No. 1 (21). pp. 56-61.
5. Sapelkin, R. I. Effective protective coating of pipe metal with high-strength corrosion-resistant material based on low molecular weight oligodiene / R. I. Sapelkin, S. I. Matreninsky, V. Ya. Mishchenko // Scientific Journal of Construction and Architecture. 2023. No. 2 (70). pp. 56-68.

УДК 658.5: 624

## ПРОВЕДЕНИЕ ОБМЕРОВ И ВСКРЫТИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КАПИТАЛЬНОСТИ ОБЪЕКТОВ В РАМКАХ СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

А. Ю. Сергеева, Я. О. Зимоглядова, Р. Ю. Мясищев, Ю. Д. Сергеев

---

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

**Зимоглядова Яна Олеговна**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. змСЭНМ-251, E-mail: yana.savhenko2003@mail.ru

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

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

---

**Аннотация:** для определения капитальности объектов при проведении строительно-технической экспертизы используются натурные обмеры и вскрытия. Это является основой экспертизы, так как в ходе проведения данных работ можно получить доступ к скрытым элементам конструкций, который изначально ограничен или закрыт. Для того чтобы составить экспертное заключение, у эксперта должна быть достаточная квалификация, обладание знаниями и навыками, которые требуются для того, чтобы натурные обмеры и вскрытия - измерения, шурфование и подобные работы были выполнены качественно и в соответствии со строительными нормами. В рамках экспертизы по определению капитальности объекта - необходимо проводить натурные обмеры и инструментальные вскрытия для получения необходимой информации. Для того чтобы получить корректные данные, эксперту необходимо придерживаться в работе определенных правил, которые закреплены в соответствующей нормативно-правовой документации. В данной статье приведена информация по необходимой документации. Описан алгоритм проведения обмеров и вскрытий. Указаны параметры, которые можно получить в результате работы. Прописаны инструменты, применяемые экспертом, правила по их проверке. Перечислены ситуации, когда необходимо проводить послойное вскрытие конструкций. Приведена информация по количеству и расположению шурфов. Перечислены случаи, когда провести вскрытие, нет возможности.

**Ключевые слова:** натурный обмер, инструменты, измерение, эксперт, экспертиза, заключение, капитальность.

## MEASURING AND OPENING OF OBJECTS DURING CONSTRUCTION AND TECHNICAL EXPERTISE

A. Yu. Sergeeva, Y. O. Zimoglyadova, R. Yu. Myasishchev, Yu. D. Sergeev

---

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

*Zimoglyadova Yana Olegovna, Voronezh State Technical University, Master's student gr. zmSENM-251, E-mail: yana.savhenko2003@mail.ru*

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

*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*

---

**Annotation:** information on the number and location of the pits is given. The cases when it is not possible to perform an autopsy are listed. Penings are used. This is the basis of the examination, as during these works, it is possible to gain access to hidden structural elements that are initially limited or closed. In order to provide an expert opinion, the expert must have sufficient qualifications, knowledge, and skills to ensure that the field measurements and openings, such as measurements, excavations, and similar activities, are performed in a high-quality manner and in accordance with building codes. As part of the examination to determine the capitalization of the object - it is necessary to carry out field measurements and instrumental openings to obtain the necessary information. In order to obtain correct data, the expert must adhere to certain rules in the work, which are fixed in the relevant regulatory documentation. This article provides information on the necessary documentation. The algorithm for conducting measurements and openings is described. The parameters that can be obtained as a result of the work are specified. The tools used by the expert and the rules for their verification are described. The situations when it is necessary to carry out a layer-by-layer opening of structures are listed. The information on the number and location of the pits is given. The cases when it is not possible to perform an autopsy are listed.

**Key words:** field measurement, tools, measurement, expert, examination, conclusion, capital construction.

В основе оценки технических характеристик строения лежит проведение строительно-технической экспертизы. Перед началом исследования необходимо точно сформулировать цели и задачи экспертизы, составить поэтапный план работ и получить соответствующие разрешения. Важнейшей из задач строительно-технической экспертизы является отнесение сооружения к одной из двух категорий: капитальное или некапитальное. При принятии итогового решения эксперту необходимо оценить ряд обязательных параметров, каждый из которых прямо или косвенно указывает на определенную категорию. К ним относится фундамент с его конструктивными особенностями, вид несущих и ограждающих конструкций, разновидность используемых материалов и соответствие их нормативным требованиям, наличие и тип инженерных коммуникаций, возможность демонтажа и переноса объекта с одного места на другое без особого разрушения, а также безопасность сооружения в целом из-за архитектурных и конструктивных особенностей [1].

Во время работы человек часто сталкивается с тем, что не все конструкции доступны для детального изучения, например, из-за их многослойности, нахождения под землей, эксплуатации объекта, сложной формы или большой протяженности в каком-либо направлении. Для того чтобы минимизировать подобные препятствия, специалистами разрабатываются методы и инструменты, помогающие получить хотя бы небольшую, но необходимую информацию в условиях ограничения [2]. В результате этого неотъемлемой частью при изучении объекта подобного типа составляют результаты проведенных натуральных обмеров и инструментальных вскрытий, которые позволяют подробно изучить состояние всех конструкций, их фактическую прочность, долговечность и наличие скрытых дефектов.

Натурные обмеры позволяют получить точные геометрические параметры исследуемого строения, а вскрытия дают возможность зафиксировать скрытые моменты. Для того, чтобы итоговые показатели можно было учитывать, работу необходимо проводить в соответствии с нормативно-правовой документацией, а инструменты регулярно отправлять на проверку точности. Основным документом, в котором прописаны правила выполнения натурных обмеров в строительстве, является ГОСТ Р 58941-2020 [3]. Он распространяется на здания, сооружения и их элементы, устанавливает общие положения по проведению линейных и угловых измерений. При определении капитальности объекта эксперты руководствуются комплексом нормативных актов: ГОСТ 27751-2014 [4] (дается определение классам сооружений и уровней ответственности), ГОСТ 31937-2024 [5] (приведены правила обследования и мониторинга технического состояния), методические рекомендации РФЦСЭ (содержат систематизированные признаки капитальности), ГОСТ 20276.1-2020 [6] и ГОСТ Р 58889-2020 [7] (описаны правила работы с грунтами, образцами и требования к документированию). С помощью этих документов и формируется доказательная база.

Натурные обмеры - это процесс измерения геометрических и количественных параметров объекта с целью получения фактических данных о его размерах, конфигурации и конструктивных особенностях. Правила и порядок проведения обмеров строго регламентированы. Перед началом работ эксперту необходимо изучить проектную документацию объекта, выделить необходимые элементы для измерений и подготовить необходимые инструменты. Приборы для измерений должны обеспечивать требуемую точность - погрешность не должна превышать допустимое значение. Инструменты должны проходить регулярную калибровку в лабораториях, имеющих соответствующую аккредитацию. Периодичность проверок зависит от рекомендаций производителя и нормативной документации. После каждой калибровки выдается сертификат, который гарантирует правильность показателей инструментов и позволяет учитывать их в суде. Также необходимо перед каждым использованием проводить визуальный осмотр приборов, чтобы исключить возможные повреждения в процессе хранения и транспортировки.

Для линейных измерений и замеров сечений в работе эксперта применяются механические рулетки, складные метры и штангенциркули. Для проверки вертикальности и горизонтальности поверхностей, измерения углов используются уровни разных видов: пузырьковые и электронные, теодолиты, углометры. При исследовании объектов сложной формы стандартных рулеток может быть недостаточно, в таких случаях применяются инновационные методы. Для построения опорной сети и определения фактических отметок узлов используют тахеометры, а 3D-сканеры позволяют получить цифровую модель объекта с высокой точностью. Это особенно важно при изучении криволинейных объектов и конструкций, когда обычные инструменты дают большую погрешность (рис. 1).



**Рис. 1. Приборы по натурным обмерам тахеометры и лазерный 3D-сканер**

Для проверки качества монтажа, тепло- и гидроизоляции, диагностики электрооборудования применяются тепловизоры. Принцип их работы заключается в том, что они улавливают инфракрасное излучение, испускаемое каким-либо телом с температурой выше абсолютного нуля, и преобразует его в цифровую картинку (термограмму), где разным цветам соответствует разная температура. Для определения сечений металлических конструкций без нарушения целостности и поиска коррозии используются толщиномеры и ультразвук. В настоящее время лазерные дальномеры, нивелиры, тахеометры являются основным инструментом для измерений расстояний и превышений благодаря высокой скорости и точности полученных результатов.

Перед работой необходимо по возможности и необходимости убрать все посторонние предметы, очистить поверхность от пыли и загрязнений. Каждый параметр измеряется в нескольких наиболее характерных сечениях или местах, что позволяет рассчитать среднее значение и исключить грубые ошибки. Каждое измерение проводится минимум два раза в каждом сечении и, если есть между ними различия, проводят третье. Обмеры необходимо проводить в нормальных условиях: при температуре 20°C, атмосферном давлении 760 мм рт.ст. и относительной влажности 60%, исключить все возможные вибрации. Если условия не соответствуют, эксперт фиксирует различия для возможности скорректировать результат [8].

Полученные значения проходят обработку с помощью программного обеспечения, строятся графики и модели, в результате получается среднее арифметическое значение, проверяется наличие грубых ошибок из-за внешних факторов, связанных с инструментами или окружающей средой, и составляется исполнительская схема со всеми полученными результатами, заполняется журнал обмеров и абрис. Документ подписывается всеми участниками процесса. К заключению должен прилагаться комплект обязательных чертежей, который включает в себя планы всех этажей, продольные и поперечные разрезы, фасады и схемы монтажных узлов. Все чертежи должны быть с привязкой к координационным осям.

В рамках строительной-технической экспертизы они позволяют решить следующие задачи:

1. Определение фактической площади и объёма объекта.
2. Определение высоты помещений, этажности, длины и ширины.
3. Установление габаритов несущих конструкций: толщина стен и перекрытий, сечения балок и колонн.
4. Определение конструктивной схемы: шаг колонн, несущих стен и балок.
5. Выявление отклонений от вертикали и горизонтали, измерение углов.
6. Подготовка фактических чертежей и актов осмотра объекта для последующего сопоставления с проектной документацией.
7. Анализ изменений формы и размеров конструкций под воздействием постоянной и временной нагрузки: вес (как самих конструкций, так и людей, оборудования), снег, ветер, температурные перепады, сейсмические особенности района, осадка грунта, аварийные ситуации.

Для мониторинга за деформациями устанавливаются специальные датчики, которые улавливают даже самые минимальные изменения в конструкции под воздействием ранее перечисленных нагрузок. К таким изменениям относятся крены, осадки, прогибы, кручение, перекосы, разломы.

Таким образом, обмеры позволяют получить фактические данные о состоянии объекта, что является критически важным для дальнейшего анализа его капитальности.

Для исследования элементов, изучение которых невозможно провести с помощью натуральных обмеров, применяют наиболее трудоемкий метод - вскрытие. Одной из разновидностей данного метода является отрывка шурфов (шурфование). Этот способ позволяет точно определить характеристики фундамента, а также характеристики грунта основания (рис. 2).



**Рис. 2. Выполнение работ строительно-технической экспертизы методом вскрытия**

Шурф представляет собой вертикальную или наклонную горную выработку, которая отрывается с поверхности земли для доступа к подземным частям сооружения. Чаще всего он имеет прямоугольную форму (размер со стороны фундамента 1,5-3,0 м), а глубина должна быть больше уровня заложения фундамента минимум на полметра. Благодаря данной технологии эксперты определяют:

- 1) тип фундамента;
- 2) форму и размеры (ширину подошвы, высоту, глубину заложения);
- 3) материал;
- 4) техническое состояние.

На достоверность полученных результатов влияет определение мест для шурфов и их количество, обычно 1 шурф на 10-20 м периметра, но не менее 2-х штук. При несложном здании достаточно 2-4 шурфа, при сложной конфигурации - больше, при наличии деформаций шурфы отрываются под местами их обнаружения. Они могут отрываться как с наружной, так и с внутренней стороны здания в зависимости от конкретной ситуации. С наружной стороны - для определения глубины заложения и ширины подошвы, с внутренней - при наличии подвала или цокольного этажа так, как объем грунта будет меньше. При глубине более 1,5 м в связных грунтах и 1 м в сыпучих требуется установка дощатых щитов с распорками в качестве крепления шурфа, также крепление необходимо при подкапывании фундамента. Порядок проведения работ с шурфами также строго регламентирован и включает в себя несколько обязательных этапов:

1 этап: земляные работы, вблизи фундамента работы ведут только вручную с помощью лопат;

2 этап: зачистка стенок для изучения фундамента;

3 этап: геодезическая привязка - фиксируется абсолютная отметка глубины заложения фундамента;

4 этап: измерение ширины подошвы и глубины заложения, для свайного фундамента фиксируется сечение, шаг и расположение.

Кроме исследования характеристик фундамента, во время вскрытия изучают физико-механические характеристики грунта основания - гранулометрический состав, плотность, влажность, угол внутреннего трения, коэффициент сцепления. Образцы отбираются из-под подошвы фундамента, а также с боковых стенок шурфа режущим кольцом, грунт парафинируют и туго обматывают марлей для сохранения естественной влажности. Описания всех шурфов должно быть задокументировано: составлена схема шурфа с привязкой к осям, сделана фотофиксация с масштабной линейкой, встроенной в кадр. Акт вскрытия шурфа, также подписывается всеми участниками процесса. На практике бывают случаи, когда проведение вскрытия невозможно. Это происходит в зимний период из-за промерзания грунта, заасфальтированной или облагороженной поверхности, эксплуатации объекта. Заключение по строительно-технической экспертизе в подобной ситуации составляется по косвенным признакам и носит вероятностный характер [9].

Кроме шурфования, вскрытие может подразумевать удаление внешних слоев конструкции для доступа к внутренним элементам и оценки их технического состояния. Данный вид является локальным разрушением некоторых слоев или самого материала для установления скрытых параметров. К таким элементам относятся: стены, пол, потолок и перекрытие в виде плит или балок; скрытые инженерные коммуникации- система водоснабжения, отопления и электричества. Вскрытия дают возможность оценить реальные условия эксплуатации объекта, выявить скрытые дефекты и провести необходимые замеры. Перед проведением подобных вскрытий необходимо на основании обмеров определить конкретные места так, как хаотичное разрушение не принесет результатов, подготовить необходимые инструменты и обеспечить безопасность выполнения работы. Вскрытия обязательно проводят в наиболее подверженных разрушению зонах:

- 1) у наружных стен из-за возможного промерзания и увлажнения;
- 2) в местах уже начавшихся деформаций;
- 3) в углах и местах примыкания;
- 4) в зонах с высокой нагрузкой.

Если здание визуально не имеет деформаций, часть вскрытий можно заменить эндоскопией - проверкой через небольшие отверстия. К оборудованию, которое чаще всего применяется для удаления внешнего слоя, относятся перфораторы и резак. Для безопасной работы с ними необходимо использовать защитные очки и перчатки. Сам процесс вскрытия начинается с поэтапного снятия слоев. Вначале удаляют отделочные материалы, которые закрывают доступ к самой конструкции, это может быть плитка или штукатурка. Далее проверяются все несущие элементы на наличие разрушений, например, трещин или коррозии. Здесь может одновременно использоваться как визуальный, так и ультразвуковой контроль. При необходимости эксперт может взять образцы для лабораторных испытаний. Один из важных признаков капитальности объекта является его прочность, поэтому в соответствии с нормативной документацией проводят отбор кернов (цилиндров) из тела фундамента или колонн. Также отбирают образцы кирпичной кладки, их отбираются измененные нагруженных участков, минимум 10 вариантов кирпича и 20 раствора. При исследовании металлических конструкций образцы проходят испытания на растяжение, определение химического состава. Образцы древесины отбирают для определения влажности, наличия грибков и жуков.

Вскрытие стен позволяет проверить качество и вид кирпичной кладки, наличие утеплителя и их соответствие проектной документации. Также данная работа помогает выявить места, где какие-либо материалы заменены строительным мусором. Путем работы металлоискателя и непосредственно при разрушении штукатурки можно определить качество и наличие армирования, что в свою очередь напрямую влияет на все эксплуатационные характеристики объекта и безопасность. При осмотре перекрытия определяется его тип, узлы опирания и фактическое состояние, от этого зависит конструктивная схема здания и возможность разбора сооружения без особых последствий.

Кроме обязательного документирования процессов обмера и вскрытия в виде чертежей, актов и журналов работ, заключение должно быть подкреплено детальным фотоотчетом о проделанной работе. Для этого в процессе деятельности обязательно делают снимок общего плана, по которому определяется расположение объекта на местности, крупного плана: устья шурфов до начала работ, во время работы (с линейкой или рейкой в кадре), а также итоговое фото измеряемого элемента с масштабной линейкой. В выводах формулировка должна быть однозначной, не допускаются предположения и высказывания о неуверенности.

Натурные обмеры и вскрытия - основа строительно-технической экспертизы при определении капитальности объектов так, как позволяют определять параметры элементов, доступ к которым изначально может быть не только открыт, но и ограничен. Для составления правильного заключения эксперт должен владеть всеми знаниями и навыками, необходимыми для качественного измерения, шурфования или иного вида вскрытия. Он должен следить за

исправностью используемого оборудования и вовремя заниматься его калибровкой в строго разрешенных местах, в противном случае суд показания приборов может не учесть. Также эксперт должен уметь делать фактические чертежи, заполнять необходимую документацию в процессе работы.

### Список литературы

1. 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.
2. Сергеев, Ю.Д. Оптимизация процесса обследования несущих конструкций предаварийных зданий / Ю.Д. Сергеев, А.Ю. Сергеева, А.В. Мищенко, Ю.В. Мясичев, Р.Ю. Мясичев // ФЭС: Финансы. Экономика. 2019. Т. 16. №3. С. 52-56.
3. ГОСТ Р 58941-2020. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Общие положения. - Введ. 2021-01-01. - Москва: Стандартиформ, 2020. С. 20.
4. ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. - Введ. 2015-07-01. - Москва : Стандартиформ, 2015. - 28 с.
5. ГОСТ 31937-2024. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. - Введ. 2024-05-01. - Москва : Российский институт стандартизации, 2024. - 70 с.
6. ГОСТ 20276.1-2020. Грунты. Метод испытания штампом. - Введ. 2021-01-01. - Москва : Стандартиформ, 2020. - 24 с.
7. ГОСТ Р 58889-2020. Инженерные изыскания. Требования к ведению и оформлению полевой документации при проходке и опробовании инженерно-геологических выработок. - Введ. 2021-01-01. - Москва : Стандартиформ, 2020. - 20 с.
8. Мясичев, Ю.В. Сущность, содержание и особенность проведения судебных технико-строительных экспертиз по уголовным делам [Текст]/ Ю.В. Мясичев, А.Ю.Сергеева, Р.Ю. Мясичев, Ю.Д. Сергеев // Современные проблемы и перспективы развития строительства, эксплуатации объектов недвижимости. Сборник научных статей. - Воронеж, 2016. С. 129-136.
9. Мищенко В.Я. Теория и практика проведения рецензий на судебные экспертизы [Текст] / В.Я. Мищенко, Ю.Д. Сергеев, Р.Ю.Мясичев // Строительство и недвижимость. Экспертиза и оценка - Воронеж, 2019. С. 270-278.

### List of references

1. 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.
2. Sergeev, Yu. D. Optimization of the process of inspection of load-bearing structures of pre-emergency buildings [Text] / 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.
3. GOST R 58941-2020. System for Ensuring the Accuracy of Geometric Parameters in Construction. Rules for Performing Measurements. General Provisions. - Introduced. 2021-01-01. - Moscow: Standartinform, 2020. - 20 p.
4. GOST 27751-2014. Reliability of Building Structures and Foundations. Basic Provisions. - Introduced. 2015-07-01. - Moscow :Standartinform, 2015. - 28 p.
5. GOST 31937-2024. Buildings and Structures. Rules for Inspecting and Monitoring the Technical Condition. - Introduced. 2024-05-01. - Moscow : Russian Institute of Standardization, 2024. - 70 p.

6. GOST 20276.1-2020. Soils. Test method by stamp. - Entered. 2021-01-01. - Moscow :Standartinform, 2020. - 24 p.

7. GOST R 58889-2020. Engineering surveys. Requirements for maintaining and drawing up field documentation during the sinking and testing of engineering-geological excavations. - Entered. 2021-01-01. - Moscow :Standartinform, 2020. - 20 p.

8. Myasishchev, Yu. V. The essence, content and feature of conducting forensic technical and construction examinations in criminal cases [Text]/ Yu. V. Myasishchev, A. Yu. Sergeeva, R. Yu. Myasishchev, Yu. D. Sergeev / / Modern problems and prospects for the development of construction, exluatation of real estate objects.Collection of scientific articles. - Voronezh, 2016. pp. 129-136.

9. Mishchenko V. Ya. Theory and practice of conducting reviews on forensic examinations [Text] / V. Ya. Mishchenko, Yu. D. Sergeev, R. Yu. Myasishchev// / Construction and real estate. Expertise and evaluation-Voronezh, 2019. pp. 270-278.

## УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 658.5

### ОРГАНИЗАЦИОННОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ НА ЭТАПЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТА

**Е. П. Горбанева, С. М. Агафонов, И. В. Ровенских, П. О. Семёнов**

---

**Горбанева Елена Петровна**, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, и. о. заведующего Корпоративной кафедрой инвестиционно-строительной деятельности, E-mail: egorbaneva@cchgeu.ru

**Агафонов Сергей Михайлович**, Воронежский государственный технический университет, кандидат экономических наук, доцент Корпоративной кафедры инвестиционно-строительной деятельности, E-mail: 2944424@mail.ru

**Ровенских Илья Вячеславович**, Воронежский государственный технический университет, аспирант гр. АЖЦ-25, E-mail: ilya.rovenskikh@mail.ru

**Семёнов Павел Олегович**, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бТИС-241, E-mail: quessberry@gmail.com

---

**Аннотация:** в современном строительстве большую роль играет развитие информационного моделирования, вопрос интеграции различных программ и методов является крайне важным. Для качественного управления проектами, оптимизации и минимизации возможных затрат, улучшения эксплуатационных показателей объекта, требуется детальный анализ существующих технологий, интеграция организационных и информационных моделей, постоянное их усовершенствование, внедрение новых методик в строительной сфере. В работе рассмотрены основные модели и принципы интеграции, выделены рекомендации по оптимизации, визуальной наглядности, конструктивной надежности и безопасности, минимизации возможных затрат и уменьшения срока строительства. Внедрение организационного и информационного моделирования систем на этапе строительства жизненного цикла объекта является одним из ключевых факторов повышения эффективности и успешного развития строительной отрасли в сегодняшней динамичной рыночной среде.

**Ключевые слова:** информационное моделирование, организационное моделирование, жизненный цикл, строительство.

### FEATURES OF THE FUNCTIONING OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OF SMALL ENTERPRISES IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

**E. P. Gorbaneva, S. M. Agafonov, I. V. Rovenskikh, P. O. Semenov**

---

**Gorbaneva Elena Petrovna**, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, Construction Organization,

*Expertise and Real Estate Management, Acting Head of the Corporate Department of Investment and Construction Activities, E-mail: egorbaneva@cchgeu.ru*

**Agafonov Sergey Mikhailovich**, *Voronezh State Technical University, PhD in Economics, Associate Professor of the Corporate Department of Investment and Construction Activities, E-mail: 2944424@mail.ru*

**Rovenskiikh Ilya Vyacheslavovich**, *Voronezh State Technical University, postgraduate student, AZHC-25, E-mail: ilya.rovenskiikh@mail.ru*

**Semenov Pavel Olegovich**, *Voronezh State Technical University, student gr. bTIS-241, E-mail: quessberry@gmail.com*

---

**Abstract:** the development of information modeling plays an important role in modern construction, and the integration of various programs and methods is extremely important. For high-quality project management, optimization and minimization of possible costs, improvement of the operational performance of the facility, requires a detailed analysis of existing technologies, integration of organizational and information models, their continuous improvement, and the introduction of new techniques in the construction sector. The paper considers the main models and principles of integration, highlights recommendations for optimization, visual clarity, structural reliability and safety, minimizing possible costs and reducing the construction period. The introduction of organizational and information modeling systems at the construction stage of the facility's life cycle is one of the key factors for improving the efficiency and successful development of the construction industry in today's dynamic market environment.

**Keywords:** information modeling, organizational modeling, life cycle, construction.

В строительной отрасли сегодня заметно ускоряется переход к использованию технологий информационного моделирования. Этот процесс не выглядит искусственным или навязанным - он растёт из реальной потребности координировать проектирование, строительство и эксплуатацию через единые цифровые среды. Всё чаще используются комплексные программные решения, которые позволяют связать расчётные данные, графику, сметную информацию и контроль сроков в одном информационном контуре. Примером такой интеграции можно считать использование систем типа Revit или отечественных платформ технологий информационного моделирования (ТИМ), где данные о конструкциях и инженерных сетях объединяются в единую модель здания. На практике это даёт ощутимый эффект: при корректировке проектных решений на стадии монтажа можно предотвратить ошибки, которые раньше выявлялись только на стройке. Нормативная база под технологией тоже укрепляется. После выхода постановления Правительства Российской Федерации от 5 марта 2021 года № 331 требования к формированию и ведению информационных моделей стали обязательными для застройщиков, технических заказчиков и организаций, отвечающих за эксплуатацию объектов капитального строительства. По сути, это означало переход от отдельного использования цифровых инструментов к работе в едином регламентированном формате данных. Постановление задало направление на обновление процессов подготовки проектной документации, систему строительного контроля и эксплуатационного учёта. При этом заметно расширилось применение современных САПР и средств трёхмерной визуализации - их используют не только для презентаций, но и для анализа проектных решений в режиме реального времени. Тем не менее, остаются сложности с совместимостью разных программных продуктов и методик. Интеграция между отечественными и зарубежными системами часто требует дополнительных конвертаций данных, что снижает эффективность. Поэтому сегодня обсуждается необходимость детального анализа существующих подходов и создание собственных методик, учитывающих специфику российской нормативной и производственной среды. Так постепенно формируется новая реальность проектирования -

не просто цифровая, а связанная и управляемая, где вся информация о здании живёт от первого чертежа до завершения эксплуатации.

**Значение организационного моделирования.** Организационное моделирование включает создание структурированных схем процессов и взаимодействий участников проекта.

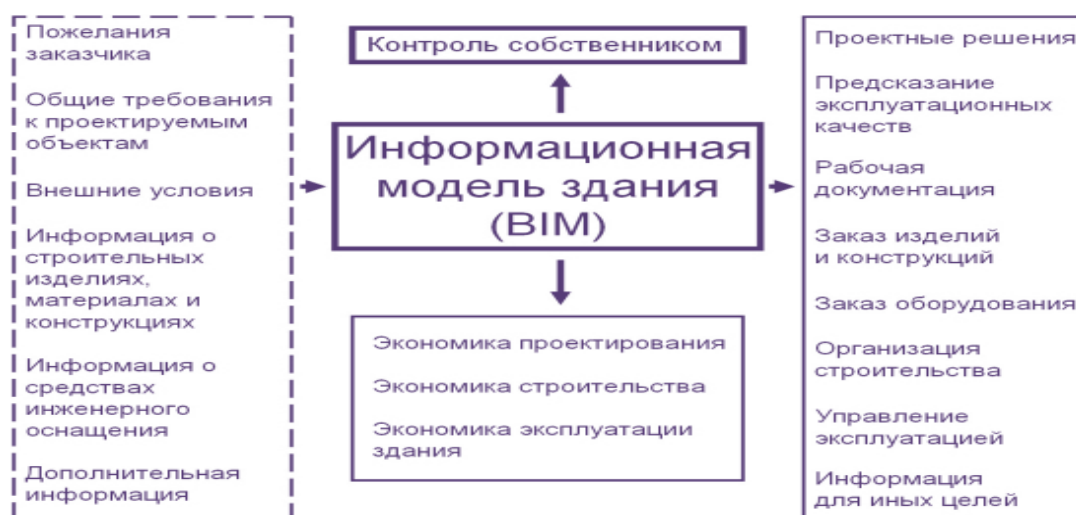
Организационные, организационно-технологические и технологические модели являются одним из инструментов организации, планирования и управления производственно-хозяйственной деятельностью организаций и строительным производством [1].

Основные задачи - четкое распределение ролей, ответственности и полномочий, а также разработка планов выполнения работ. Среди преимуществ: оптимизация процессов управления - ясная схема взаимодействия позволяет снизить накладные расходы и повысить скорость принятия решений; повышение прозрачности - наличие инструкций и графиков позволяет всем участникам иметь актуальную информацию о статусе проекта; планирование ресурсов - обеспечение своевременного поступления материалов, оборудования и рабочей силы; контроль исполнения - мониторинг выполнения задач и оперативное реагирование на отклонения.

Основным преимуществом метода организационного моделирования является: возможность решения задач организационной структуры (например, управленческие решения по уровням, формирование состава и перечня структурных подразделений и т.п.); развитие метода как в научно-теоретическом плане, так и в направлении, которое имеет прикладной характер и может охватывать различные аспекты при формировании структуры управления: управленческий, информационный, социально-психологический; формирование новых организационных структур, многовариантное моделирование, не привязываясь к типовым проектам.

**Информационное моделирование и ТИМ.** Информационное моделирование (*digital modeling*) основано на создании виртуальной модели объекта, которая содержит не только его геометрические параметры, но и другие данные: материалы, стоимость, сроки, эксплуатационные свойства и прочее.

Схематически информация, которая поступает в модель показана на рисунке 1.



**Рис. 1. Основная информация, проходящая через BIM модель [2]**

Технология информационного моделирования (ранее BIM - Building Information Modeling) стала нормой в индустрии строительства, предоставляя мощный комплекс для интеграции данных.

ТИМ, являясь основополагающим инструментом в сфере управления строительством, обеспечивает создание точных и синхронизированных данных на всех этапах жизненного цикла объектов, начиная с концептуального проектирования и заканчивая сдачей в эксплуатацию. Благодаря применению ТИМ, значительная часть информации, критически важной для проведения инженерных расчетов и анализа, автоматически извлекается из цифровой модели объекта, что позволяет не только существенно сократить временные и ресурсные затраты, но и значительно повысить эффективность процессов проектирования, строительства и эксплуатации [3].

Внесение изменений какого-либо параметра приводит к автоматическому перерасчету всех остальных.

На протяжении всего жизненного цикла строительного объекта процесс моделирования постоянно обновляется и совершенствуется. Это позволяет всем участникам проекта и заказчикам быстро получать актуальные данные, включая трехмерное визуальное представление информации [4].

Преимущества BIM: обеспечение целостности информации и актуальности данных - участники работают с однотипной информацией; прогнозирование конфликтов и проблем - моделирование позволяет выявлять столкновения инженерных систем и избегать дорогостоящих переделок; автоматизация документации и расчетов - сокращение ошибок и ускорение подготовительных этапов; поддержка рационального использования материалов и технологий - снижение отходов и затрат; обеспечение мобильности и дистанционного взаимодействия позволяет работать удаленно и в режиме реального времени; на этапе строительства ТИМ помогает добиться более точного выполнения проектных решений, снизить затраты и обеспечить качество выполнения работ. Это принципиально отличает ТИМ от обычной 3D-визуализации.

Практическое освоение технологий информационного моделирования в строительной сфере требует, прежде всего, четкого разграничения этапов ТИМ-процесса и последовательной постановки задач для каждого из них. Наряду с этим принципиальное значение приобретает формирование единой нормативной базы, которая в равной мере учитывала бы интересы заказчиков, проектировщиков, подрядчиков и эксплуатирующих организаций [5,6]. Выработка решений на основе ТИМ осуществляется в ходе открытого профессионального диалога - через публичные слушания и консультации с профильными экспертами и заинтересованными участниками рынка. Достоверность цифровой модели проверяется поэтапно: результаты лазерного сканирования существующего здания сопоставляются с проектной моделью, что даёт возможность своевременно обнаружить несоответствия и скорректировать решения без масштабных переделок. Такой порядок работы ощутимо сокращает как сроки, так и стоимость контрольных мероприятий. Процесс реализации проекта от замысла до готового объекта строится по принципу последовательного наращивания информации: на каждом новом этапе жизненного цикла модель пополняется актуальными данными об объекте.

Это, в свою очередь, создаёт почву для полноценного электронного документооборота - коллизии и расхождения в документации выявляются практически в режиме реального времени. При необходимости получить сведения о применяемых материалах достаточно обратиться к модели на любой стадии готовности объекта. Немаловажно и то, что трёхмерная цифровая модель пригодна для непосредственного использования непосредственно на стройплощадке, что существенно снижает зависимость от традиционных бумажных чертежей. Внедрение информационного моделирования в жизненный цикл здания превращает разрозненные организационные и технические элементы в единую управляемую систему.

Она сопровождает объект последовательно через все ключевые стадии: проектирование, возведение, ввод в эксплуатацию, плановое обслуживание и реконструкцию. Согласно положениям СП 333.1325800.2020 «Информационное

моделирование в строительстве», определяющего понятие цифровой информационной модели (ЦИМ), жизненный цикл объекта капитального строительства включает ряд последовательных временных периодов (рис. 2). В рамках каждого из них выполняются: инженерные изыскания; архитектурно-строительное проектирование, в том числе государственная экспертиза; строительство и ввод в эксплуатацию; текущая эксплуатация с проведением ремонтов; реконструкция; капитальный ремонт; наконец - снос, утилизация или ликвидация объекта (для производственных сооружений) (СП 333.1325800.2020, п. 3.1.2).



Рис. 2. Этапы жизненного цикла объекта капитального строительства [7]

Жизненный цикл строительного объекта представляет собой сложную и многоэтапную последовательность процессов, каждый из которых требует тщательной проработки и детального анализа. Эта многоуровневая структура позволяет более точно идентифицировать и формулировать задачи, специфичные для каждого этапа, что, в свою очередь, способствует повышению эффективности управления проектом и снижению рисков.

Внедрение технологий информационного моделирования (ТИМ) постепенно становится не просто инструментом проектирования, а рабочим механизмом управления строительным процессом [8-11]. Благодаря ТИМ удаётся заметно сократить риски при реализации объектов и повысить общую эффективность - как на уровне планирования, так и в ходе непосредственного строительства. Автоматизация расчётов и контроля сроков точнее держит графики и бюджет под контролем. На этапе монтажа инженерных сетей крупных промышленных комплексов цифровая модель заранее просчитывает конфликтные зоны и устраняет пересечение коммуникаций - до того, как бригады выйдут на площадку. Это, по сути, стандартный рабочий инструмент для любого объекта со сложной инфраструктурой.

Информационная модель сопоставляет параметры объекта с нормами СНиПов и технических регламентов. Параметры эти закладываются ещё до начала работ, поэтому ошибки, которые в традиционных схемах обнаруживаются уже в ходе строительства, выявляются значительно раньше. Цифровое пространство модели охватывает и анализ траекторий движения техники и персонала - в зоне крановых путей это напрямую снижает травмоопасность. При реконструкции одного старого производственного корпуса освоение ТИМ сократило число опасных участков почти на треть.

Единая среда данных открывает живой обмен между архитекторами, инженерами и подрядчиками. Актуальные чертежи доступны всем участникам одновременно, а правки отображаются немедленно - без лагов между письмами и отчётами. Судя по имеющимся данным, именно при многосменной работе, когда разные группы специалистов включаются в

проект поочередно, такая связность оказывает наибольший практический эффект. Информация не теряется.

На стадии концепции ТИМ-решения помогают выбирать материалы с учётом энергоэффективности и оценивать воздействие здания на окружающую среду. В ряде жилых объектов подобная оценка сократила годовое энергопотребление на 8-10%. Вместе с тем при малых объёмах строительства затраты на воплощение полноценной информационной модели нередко не окупаются - это стоит учитывать при выборе инструментария. Гибкость цифровой среды также упрощает корректировку графиков и объёмов работ в зависимости от рыночной конъюнктуры: текущие цены, доступность материалов и логистика перестают быть слепыми пятнами бюджета [12,13].

Наибольший эффект от выстраивания информационной модели достигается именно на этапе планирования. На одном из промышленных проектов именно ранняя детализация модели вскрыла несколько узких мест в последовательности работ, которые иначе обнаружили бы лишь после мобилизации подрядчиков, - задержка была бы неизбежна. Наблюдение здесь простое: чем позже модель подключается к процессу, тем меньше от неё отдачи. Она ускоряет распределение этапов строительства и снимает риски, связанные с рассогласованностью действий между смежниками, - однако лишь при условии, что все ключевые участники проекта работают в единой цифровой среде с самого начала.

Трёхмерная визуализация особенно полезна при анализе сложных инженерных узлов: все участки объекта легко просматриваются, а потенциальные коллизии устраняются ещё до начала монтажа. Информационная модель объединяет сведения о геометрии, материалах, процессах, графиках и последовательности операций. Благодаря этому строительный процесс становится более управляемым и понятным даже для не вовлечённых в проект разделов. В целом внедрение ТИМ на стадии подготовки проекта повышает качество организации строительства, уменьшает затраты и снижает вероятность ошибок исполнения. Всё это постепенно формирует новое представление о проектировании - где цифровая модель становится основным инструментом принятия решений и конкурентным преимуществом компании.

### Список литературы

1. Математическое моделирование в строительстве. Учебно-методическое пособие/ Сост. Иванова С.С. - Ижевск: Изд-во ИжГТУ. - 2012. - 100 с.
2. Грахов, В. П. Развитие систем BIM проектирования как элемент конкурентоспособности / В. П. Грахов, С. А. Мохначев, А. Х. Иштряков // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1 (1). - С. 58-59.
3. Манвелова, С. Ю. BIM-системы как основной элемент контроля разработки архитектурного проекта // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. - 2024. - №4. - С.65-66.
4. Использование технологий BIM для проектирования подземных сооружений. Из зарубежного опыта// Независимый электронный журнал «ГеоИнфо» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://geoinfo.ru/product/analiticheskaya-sluzhba-geoinfo/ispolzovanie-tekhnologij-bim-dlya-proektirovaniya-podzemnyh-sooruzhenij-iz-zarubezhnogo-opyta-44172.shtml>, Загл. С экрана. - Яз. рус. (дата обращения: 13.04.2025).
5. Гинзбург, А. В. Информационная модель жизненного цикла строительного объекта // Промышленное и гражданское строительство. - 2016. - № 9. - С. 61-65.
6. Гинзбург, А. В. BIM-технологии на протяжении жизненного цикла строительного объекта // Информационные ресурсы России. - 2016. - № 5. - С. 28-31.
7. Абрамян, С. Г. К вопросу о стадиях жизненного цикла строительных систем в контексте принципов информационного моделирования / С. Г. Абрамян, О. В. Бурлаченко,

О. В. Оганесян, Е. Д. Соболева, А. О. Бурлаченко, В. В. Плешаков // Инженерный вестник Дона. - 2022. - №6.

8. Горбанева, Е. П. Интеграция методов информационного моделирования и моделей энергоэффективности на протяжении жизненного цикла проекта / Е. П. Горбанева, И. А. Косовцева // Недвижимость: экономика, управление. - 2024. - № S3. - С. 139-142.

9. Туманов, С. Л. Информационное моделирование на этапе планирования строительства / С.Л. Туманов, Ю.В. Гущина, Н.С. Макрушин и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». - 2023. - Т. 23. - № 3. - С. 30-36.

10. Бурлаченко, О. В. Информационное обеспечение управления жизненным циклом строительных объектов в концепции BIM / О.В. Бурлаченко, К.А. Елфимов, Д.В. Бунин // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. - 2018. - 54 (73). - С. 217-221.

11. Нестеров, И. В. Информационное моделирование в строительстве // САПР и ГИС автомобильных дорог. - 2014. - № 2 (3). - С. 33-36.

12. Арчакова, С. Ю. Применение инновационного управления для достижения максимального успеха фирм строительной отрасли / С. Ю. Арчакова, Е. П. Горбанева, Р. Л. Кочетов // Строительство и недвижимость: экспертиза и оценка: Материалы 15-й международной конференции, Прага, 01-30 ноября 2017 года / под общей редакцией С.В. Захарова, И. Кратены. - Прага: ООО "АСН контроллинг". - 2017. - С. 196-200.

13. Мищенко, В. Я. Количественное описание интегрального экономического эффекта технико-технологических решений при энергосбережении ОКС / В. Я. Мищенко, Е. П. Горбанева // Приоритетные направления развития науки и образования в условиях формирования технологического суверенитета: Сборник трудов II Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию Донского государственного технического университета, Ростов-на-Дону, 15-16 октября 2025 года. - Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет. - 2025. - С. 337-342.

### List of references

1. Mathematical modeling in construction. Educational and methodical manual/ Comp. Ivanova S.S. - Izhevsk: Publishing house of IzhSTU. - 2012. - 100 p.

2. Grakhov, V. P. Development of BIM design systems as an element of competitiveness / V. P. Grakhov, S. A. Mokhnachev, A. H. Ishtryakov // Modern problems of science and education. - 2015. - № 1 (1). - Pp. 58-59.

3. Manvelova, S. Y. BIM-systems as the main element of control over the development of an architectural project // Universum: technical sciences: electron. scientific Journal. - 2024. - No. 4. - pp.65-66.

4. The use of BIM technologies for the design of underground structures. From foreign experience// The independent electronic journal "GeoInfo" [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://geoinfo.ru/product/analiticheskaya-sluzhba-geoinfo/ispolzovanie-tekhnologij-bim-dlya-proektirovaniya-podzemnyh-sooruzhenij-iz-zarubezhnogo-opyta-44172.shtml> , Title. From the screen. - Yaz. rus. (date of access: 04/13/2025).

5. Ginzburg, A.V. Information model of the life cycle of a construction facility // Industrial and civil engineering. - 2016. - No. 9. - pp. 61-65.

6. Ginzburg, A.V. BIM technologies throughout the life cycle of a construction facility // Information Resources of Russia. 2016. No. 5. pp. 28-31.

7. Abrahamyan, S. G. On the question of the stages of the life cycle of building systems in the context of the principles of information modeling / S. G. Abrahamyan, O. V. Burlachenko, O. V. Oganessian, E. D. Soboleva, A. O. Burlachenko, V. V. Pleshakov // Engineering Bulletin of the Don. - 2022. - №6.

8. Gorbaneva, E. P. Integration of information modeling methods and energy efficiency models throughout the project lifecycle / E. P. Gorbaneva, I. A. Kosovtseva // Real estate: economics, management. - 2024. - № S3. - pp. 139-142.

9. Tumanov, S. L. Information modeling at the stage of construction planning / S.L. Tumanov, Yu.V. Guschina, N.S. Makrushin et al. // Bulletin of SUSU. The series "Construction and Architecture". - 2023. - Vol. 23. - No. 3. - pp. 30-36.

10. Burlachenko, O. V. Information support for the management of the life cycle of construction facilities in the BIM concept / O.V. Burlachenko, K.A. Elfimov, D.V. Bunin // Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Ser.: Construction and Architecture. - 2018. - 54 (73). - Pp. 217-221.

11. Nesterov, I. V. Information modeling in construction // CAD and GIS of highways. - 2014. - № 2 (3). - Pp. 33-36.

12. Archakova, S. Y. Application of innovative management to maximize the success of construction industry firms / S. Y. Archakova, E. P. Gorbaneva, R. L. Kochetov // Construction and real estate: expertise and evaluation: Proceedings of the 15th International Conference, Prague, November 01-30, 2017 / edited by S.V. Zakharov, I. Multiples. - Prague: ASN Controlling LLC. - 2017. - pp. 196-200.

13. Mishchenko, V. Ya. Quantitative description of the integral economic effect of technical and technological solutions for energy conservation of ACS / V. Ya. Mishchenko, E. P. Gorbaneva // Priority areas of development of science and education in the context of the formation of technological sovereignty: Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference dedicated to the 95th anniversary of the Don State Technical University, Rostov-on-Donon-Don, October 15-16, 2025. Rostov-on-Don: Don State Technical University. - 2025. - pp. 337-342.

УДК 69:349.41:332.87

## НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТОВ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Д. Д. Коротеев, П. В. Тюленева

---

**Коротеев Дмитрий Дмитриевич**, ФГАОУ ВО «Российский государственный университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», кандидат технических наук, доцент кафедры технологий строительства и конструкционных материалов, E-mail: koroteev-dd@rudn.ru

**Тюленева Полина Викторовна**, ФГАОУ ВО «Российский государственный университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», магистрант гр. ИСРмд-05-24, E-mail: tyuleneva\_polina@mail.ru

---

**Аннотация:** в статье рассмотрены вопросы нормативно-правового регулирования индивидуального жилищного строительства (ИЖС) в Российской Федерации. Устойчивая тенденция роста рынка ИЖС как предпочтительного формата постоянного проживания подтверждается анализом статистических данных Росстата за 2020-2024 годах. Рассмотрено понятие «жизненный цикл» в отношении объекта ИЖС и его основные этапы: предпроектная подготовка, проектирование, строительство, эксплуатация, вывод из эксплуатации. Проведен анализ нормативно-правовой базы, регулирующей процессы на каждом этапе жизненного цикла, при этом определены риски, возникающие на каждом этапе для участников строительства: застройщика, инвестора, подрядной организации, конечного потребителя и государства. Обоснована необходимость совершенствования законодательства в области контроля за объектами на этапе строительства и эксплуатации с целью обеспечения безопасной среды проживания.

**Ключевые слова:** индивидуальное жилищное строительство (ИЖС), жизненный цикл, нормативно-правовое регулирование, риски участников строительства, градостроительное регулирование.

## LEGAL REGULATION OF THE LIFE CYCLE OF AN INDIVIDUAL HOUSING CONSTRUCTION OBJECTS

D. D. Koroteev, P. V. Tiuleneva

---

**Koroteev Dmitry Dmitrievich**, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction Technology and Structural Materials, E-mail: koroteev-dd@rudn.ru

**Tiuleneva Polina Viktorovna**, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Master's student, gr. ISRmd-05-24, E-mail: tyuleneva\_polina@mail.ru

---

**Abstract:** the article examines the question of regulating individual housing construction in the Russian Federation. The steady growth trend of the such projects in a market as a preferred format for permanent residence is confirmed by the analysis of Rosstat statistical data for 2020-2024. The concept of the “life cycle” in relation to an IHC object is considered, and the main stages are investigated: pre-project preparation, design, construction, operation, and the final stage. An analysis of the regulatory and legal framework governing the processes at each stage is carried out. Risks are systematized for

all participants in the construction process: the developer, investor, contractor, end consumer, and the state. The necessity of improving legislation in the area of control over objects at the final stage and technical maintenance at the operation stage is substantiated in order to ensure a safe living environment.

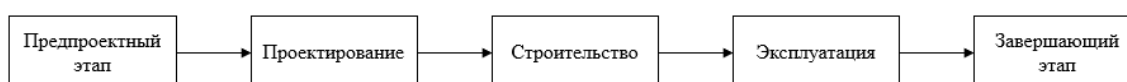
**Keywords:** individual housing construction, life cycle of an object, legal regulation, risks for construction participants, urban planning regulation.

В настоящее время объекты индивидуального жилищного строительства (ИЖС) становятся наиболее предпочтительным вариантом в качестве объекта для постоянного проживания. Рост числа объектов индивидуального строительства прослеживается по отчетам Росстата «Социально-экономическое положение России», так в 2020 году число построенных населением домов составляло 289,2 тыс., а в 2024 году – 461,3 тыс. [1].

Рост интереса к объектам ИЖС у конечного потребителя (того, кто планирует проживание в доме), влечет за собой рост компаний, предлагающих работы по проектированию, возведению объекта, подключения его инженерным сетям. При этом законодательство РФ в отношении объектов индивидуального жилищного строительства значительно упрощено, что влечет за собой риски для всех участников строительного процесса, обзор видов взаимодействия которых проведен авторами исследования [2].

К объектам индивидуального жилищного строительства (ИЖС) относят отдельно стоящие здания, имеющие не более 3-х надземных этажей и высоту не более 20 метров. В состав объекта ИЖС входят жилые комнаты, помещения вспомогательного назначения, предназначенные для удовлетворения гражданами бытовых и иных потребностей, связанных с проживанием в здании. При этом раздел такого объекта на самостоятельные объекты недвижимости не допускается [3].

Жизненный цикл здания или сооружения представляет собой период времени, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство (в том числе консервация), эксплуатация (в том числе текущие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения [4]. Исходя из определения жизненного цикла можно выделить основные этапы [5], отображенные на схеме (рис. 1). В исследовании [6] выявлены пути потенциального сокращения продолжительности этапов жизненного цикла объектов жилищного строительства.



**Рис. 1. Этапы жизненного цикла объекта**

В качестве предпроектной подготовки для объекта ИЖС можно выделить следующие процессы:

- определение основных технико-экономических показателей (ТЭП) объекта ИЖС;
- выбор участка для строительства с учетом вида разрешенного использования (ВРИ), его юридический анализ, вступление в право собственности;
- определение стоимости строительства объекта [7];
- кадастровые работы, вынос границ участка в натуру;
- проведение инженерных изысканий (не является обязательным согласно законодательству);

– определение предварительного расположения объекта на участке и подбор материалов для строительства объекта.

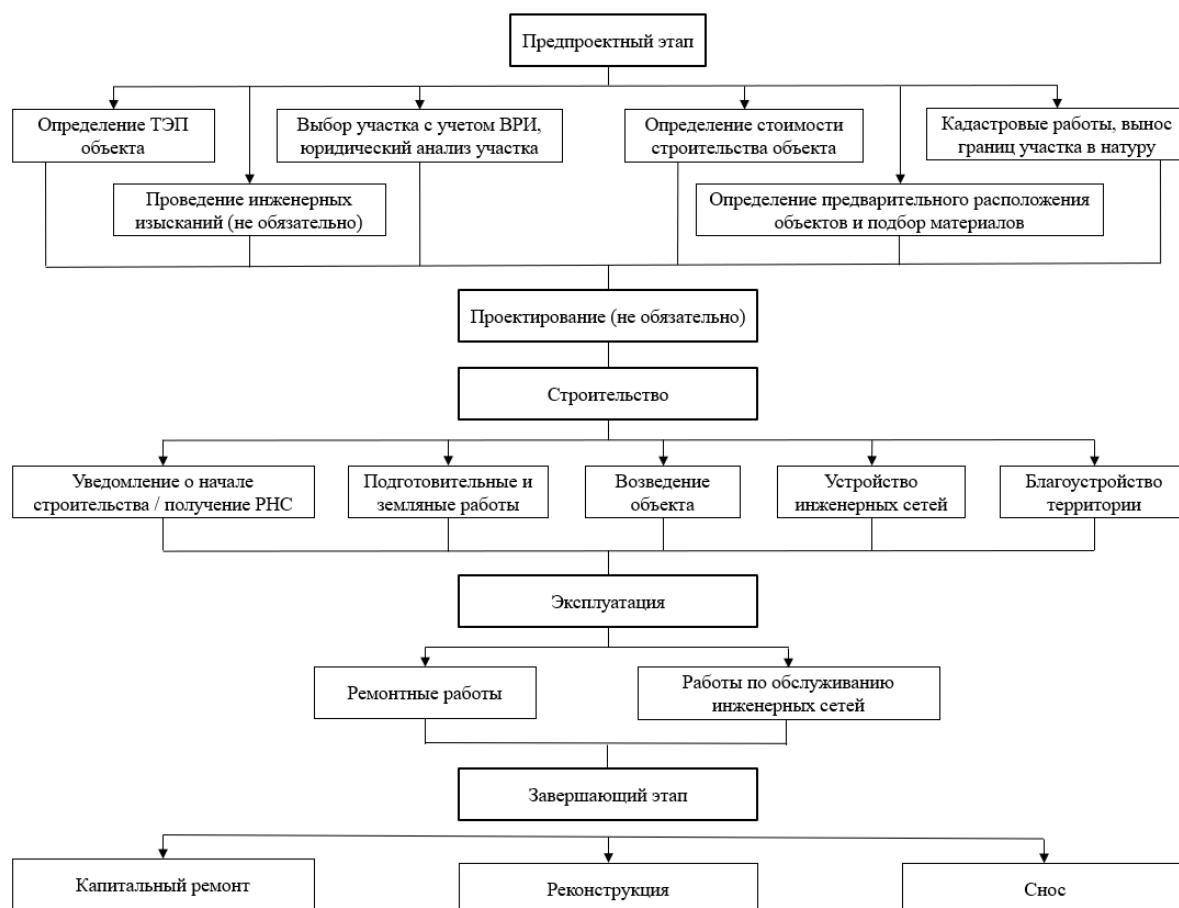
Этап проектирования в отношении ИЖС упразднен законодательством и может быть выполнен на усмотрение владельца участка или привлеченной строительной организации. Разработка проектной документации является обязательной только в случаях, предусмотренных ч. 1 ст. 8.3 и ч. 3.3 ст. 49 ГрК РФ. Несмотря на то, что разработка проекта ИЖС является добровольной, на последующих этапах жизненного цикла потребность в ней возрастает. Например, некоторые разделы потребуются предоставить при подключении объекта к центральным инженерным сетям.

Строительство объектов ИЖС включает такие процессы, как: получение разрешения на строительство (РНС); подготовку строительной площадки, возведение подземной и надземной частей объекта, устройство инженерных сетей, вспомогательных построек и благоустройство территории. При этом понятие «разрешение на строительство» применимо только в случае долевого строительства, в остальных случаях требуется «уведомления о начале строительства». Процесс возведения объекта основывается на общих требованиях законодательства и может осуществляться как хозяйственным, так и подрядным способом. Законодательство регламентирует расположение объекта в соответствии с нормами пожарной безопасности.

Этап эксплуатации несет в себе обслуживание объекта ИЖС, проведение ремонтных работ. Законодательство не требует предоставления планов по ремонту и обслуживанию объекта ИЖС, поэтому подобные документы составляются крайне редко. Ремонт производится при возникновении проблемы самим собственником или приглашенной организацией.

Завершающий этап для ИЖС, как для любого объекта капитального строительства, представляет собой несколько путей: капитальный ремонт, реконструкция, снос объекта. Решение в данном случае может исходить как от собственника, так и от уполномоченных органов. Так, в случае с капитальным ремонтом, собственник сам определяет какие работы потребуются, как и когда они будут производиться, уведомление уполномоченных органов в данном случае не требуется. Решение о реконструкции или сносе, исходящее напрямую от собственника, требует уведомления, так как потребуются согласования от уполномоченных органов. Решение о реконструкции или сносе может также быть принято в случае признания жилья аварийным, для этого необходимо инициировать проверку. Сделать это может как собственник объекта, так и администрация, МЧС, Роспотребнадзор и иные органы. Несмотря на потребность в уведомлениях и возможности инициации проверки, выстроенного контроля за объектами ИЖС, особенно построенными до введения новых требований, нет, что негативно сказывается на завершении жизненного цикла объекта [8].

На схеме отобразен жизненный цикл объекта ИЖС с процессами, происходящими на каждом этапе (рис. 2).



**Рис. 2. Жизненный цикл объекта ИЖС**

В таблице 1 приведены основные законодательные акты регламентирующие процессы жизненного цикла объекта ИЖС. При этом разделение на этапы приведено условно, так как часть документов распространяется на нескольких этапах. Так, СП 55.13330.2016 регламентирует не только требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям, но и требования к зонированию участка, требования к пожарной безопасности и безопасной эксплуатации, а также учитывает благоустройство.

## Нормы законодательства в отношении объекта ИЖС

Этап	Законодательный акт	Область регулирования
Предпроектный	ГрК РФ п. 39, ст. 1	Понятие ИЖС, основные характеристики объекта ИЖС.
	ЗК РФ ст. 7, ст. 85; ГрК РФ ст. 35	Целевое назначение земель. Категория земель, подходящая для строительства ИЖС. Подходящая территориальная зона.
	ЗК РФ ст. 39.18	Предоставление земельных участков, находящихся в государственной или муниципальной собственности для ИЖС.
	ФЗ от 29 июля 2017 г. №217-ФЗ; ФЗ от 7 июля 2003 г. № 112-ФЗ	Основные понятия и требования к индивидуальному дому в СНТ и ЛПХ.
	ФЗ от 13 июля 2015 г. №218-ФЗ	Порядок регистрации объекта в зависимости от назначения участка. Обязанность установления границ земельного участка.
	СП 30-102-99; СП 53.13330.2019	Требования к расположению индивидуального дома и построек в зависимости от назначения участка.
	СП 4.13130.2013 п. 4.13, 4.14	Требования к расположению индивидуального дома в соответствии с противопожарными нормами.
	СанПиН 2.1.3684-21 п. 4., п. 53.	Требования к расположению индивидуального дома в соответствии с санитарно-эпидемиологическими нормами.
Проектирование	ГрК РФ ч. 3 ст. 48	Разработка проекта объекта ИЖС. (является добровольной)
	ГрК РФ ч 3.1 ст. 48	Потребность в разработке проекта в случае необходимости проверки сметной стоимости на предмет ее достоверности.
	СП 55.13330.2016	Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям индивидуального дома.
Строительство	ГрК РФ ст. 51.1	Уведомление о планируемом строительстве/реконструкции (за исключением долевого строительства), а также об окончании строительства.
	ФЗ от 22 июля 2024 г. №186-ФЗ	Строительство индивидуального дома с использованием эскроу счетов.
	Постановление Правительства РФ от 18 августа 2011 г. № 686	Строительство индивидуального дома с привлечением средств материнского (семейного) капитала.
Завершающий этап	ГрК РФ ч. 13 ст. 52	Положения при реконструкции и капитальном ремонте для индивидуального дома.
	ГК РФ ст. 222	Понятие самовольная постройка.
	ГрК РФ ч. 1 ст. 55.30, ст. 55.32	Положения при сносе объекта ИЖС по решению собственника и при признании самовольной постройкой.

Так как объекты ИЖС относятся к объектам капитального строительства, процессы, не рассмотренные в специальных нормах законодательства, рассматриваются общими отраслевыми нормами. Например, нормы СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения», СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» регламентируют общие требования, применимые, в том числе к объектам ИЖС; Постановление Правительства РФ от 13 февраля 2006 г. № 83, Постановление Правительства РФ от 29 июля 2013 г. № 644, Постановление Правительства РФ от 29 июля 2013 г. № 642, Постановление Правительства РФ от 16 апреля 2012 г. № 307 регламентируют подключение к инженерным системам; нормативные документы, регламентирующие отдельные аспекты строительства, такие как СП 24.13330.2021 «Свайные фундаменты», СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» и другие.

Анализ показал, что наиболее подробно законодательством урегулирован предпроектный этап и этап строительства, а именно: определен статус объекта, требования к земельному участку, противопожарные и санитарные требования к размещению. Этап проектирования и эксплуатации не попадают в сферу обязательного контроля. Проектирование на добровольной основе создает риски на этапе строительства, такие как несоответствие, нормам проектирования, конструктивные ошибки [9]. Отсутствие требований к эксплуатации и ответственность собственника за техническое состояние дома влечет ускоренный износ объекта. Завершающий этап жизненного цикла регламентирован в части сноса или реконструкции в случае инициации процесса собственником, при этом за фактическим состоянием существующих объектов выстроенного контроля нет.

Таким образом, жизненный цикл объекта ИЖС регулируется неравномерно: строго на начальном этапе и завершающем этапе и слабо в самой продолжительной стадии – эксплуатации. Как следствие, возникают риски для всех участников процесса:

- для застройщика – риск, связанный с неполнотой данных об участке (неподходящий ВРИ или расположение в охранной зоне), с невозможностью точно рассчитать смету (из-за отсутствия проекта), с подключением к инженерным сетям (из-за неполного пакета документов);

- для инвестора – риск, связанный с падением рыночной стоимости (из-за нарушений технологии строительства), с невозможностью реализовать (продать) объект (из-за наличия обременений и иных нарушений);

- для подрядной организации – риск, связанный с неоплатой выполненных работ из-за отсутствия проектной документации (задание на строительство основано на словесной договоренности);

- для конечного потребителя – риск, связанный с покупкой некачественного объекта (построенного с нарушением технологии строительства; с невозможностью подключения дополнительных инженерных систем (из-за отсутствия технических условий));

- для государства – риск, связанный с неконтролируемой застройкой без учета развития социальной инфраструктуры (так как для ИЖС не требуется планировка территорий), нарушения экологических и санитарных норм (из-за отсутствия контроля сточных вод объектов ИЖС), с формированием фонда недвижимости, с которого сложно взимать налоги (большое число незарегистрированных объектов), рост числа «обманутых дольщиков» в сегменте ИЖС, увеличение нагрузки на экстренные службы (нарушение противопожарных норм при размещении объекта ИЖС вызывает более учащенное возникновение экстренных случаев), с недостижением целей нацпроектов (ввод жилья по статистике не означает качественное и безопасное жилье для постоянного проживания).

Активное развитие рынка ИЖС в дальнейшем потребует совершенствования существующего законодательства и внедрения механизмов, регулирующих обслуживание индивидуального дома в период эксплуатации, чтобы обеспечить реальную безопасность среды проживания.

## Список литературы

1. Официальный сайт федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/50801>, Загл. с экрана – Яз. рус. (дата обращения: 01.03.2026).
2. Олейник, П. П. Обзор основных видов взаимодействия участников строительства / П. П. Олейник, В. Н. Мириков // Строительное производство. – 2024. – № 3. – С. 49–53.
3. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 30.01.2026, с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2026) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс : справочно-правовая система. – Режим доступа: URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51040/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/), Загл. С экрана – Яз. рус. (дата обращения: 15.03.2026).
4. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений : Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ (ред. от 25.12.2023) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс : справочно-правовая система. – Режим доступа: URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/), Загл. С экрана – Яз. рус. (дата обращения: 15.03.2026).
5. Федосов, С. В. Понятие «жизненный цикл здания»: к вопросу о концептуализации / С. В. Федосов, Б. Е. Нармания, Е. Л. Смирнова, и др. // Вестник МГСУ. – 2025. – Т. 20, № 4. – С. 584–595. – DOI: 10.22227/1997-0935.2025.4.584-595.
6. Жданова, М. В. Управление жизненным циклом объектов строительства посредством определения точек сокращения продолжительности этапов / М. В. Жданова, А. А. Лapidус // Строительство и архитектура. – 2025. – Т. 13, № 3 (48). – С. С0005. – DOI: 10.29039/2308-0191-2025-13-3-С0005.
7. Коротеев, Д. Д. Сравнительный анализ подходов к ценообразованию на этапах жизненного цикла объектов капитального строительства: опыт России и Казахстана / Д. Д. Коротеев, Ж. Бекен // Строительное производство. – 2025. – № 3. – С. 12–16.
8. Шеина, С. Г. Организационно-технологическая модель прогнозирования функционального устаревания строительного объекта / С. Г. Шеина, В. Я. Мищенко, Ю. Д. Сергеев, и др. // Инженерный вестник Дона. – 2025. – № 8 (128). – С. 508–517.
9. Наумов, И. В. О снижении пожарной опасности при эксплуатации индивидуальных домовладений / И. В. Наумов, И. В. Ямщикова // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2024. – Т. 14, № 2 (49). – С. 326–339. – DOI: 10.21285/2227-2917-2024-2-326-339.

## List of references

1. Official website of the Federal State Statistics Service [Electronic resource] : Access mode: URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/50801>, Title from screen – In Russian (accessed: 01.03.2026).
2. Oleinik, P. P. Review of the Main Types of Interaction between Construction Participants / P. P. Oleinik, V. N. Mirikov // Construction Production. – 2024. – No. 3. – P. 49–53.
3. Town Planning Code of the Russian Federation of December 29, 2004 No. 190-FZ (as amended on January 30, 2026, with amendments and additions effective from March 1, 2026) [Electronic resource] // ConsultantPlus : legal reference system. – Access mode: URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51040/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/), Title from screen – In Russian (accessed: 15.03.2026).
4. Technical Regulations on the Safety of Buildings and Structures : Federal Law of December 30, 2009 No. 384-FZ (as amended on December 25, 2023) [Electronic resource] //

ConsultantPlus : legal reference system. – Access mode: URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/), Title from screen – In Russian (accessed: 15.03.2026).

5. Fedosov, S. V. The Concept of "Building Life Cycle": On the Issue of Conceptualization / S. V. Fedosov, B. E. Narmaniya, E. L. Smirnova, et al. // Vestnik MGSU. – 2025. – Vol. 20, No. 4. – P. 584–595. – DOI: 10.22227/1997-0935.2025.4.584-595.

6. Zhdanova, M. V. Life Cycle Management of Construction Projects by Identifying Points for Reducing Stage Duration / M. V. Zhdanova, A. A. Lapidus // Construction and architecture. – 2025. – Vol. 13, No. 3 (48). – P. C0005. – DOI: 10.29039/2308-0191-2025-13-3-C0005.

7. Koroteev, D. D. Comparative Analysis of Pricing Approaches at the Stages of the Life Cycle of Capital Construction Projects: Experience of Russia and Kazakhstan / D. D. Koroteev, Zh. Beken // Construction Production. – 2025. – No. 3. – P. 12–16.

8. Sheina, S. G. Organizational and Technological Model for Forecasting Functional Obsolescence of a Construction Object / S. G. Sheina, V. Ya. Mishchenko, Yu. D. Sergeev, et al. // Engineering Journal of Don. – 2025. – No. 8 (128). – P. 508–517.

9. Naumov, I. V. On Reducing Fire Hazard During the Operation of Individual Households / I. V. Naumov, I. V. Yamshchikova // Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real Estate. – 2024. – Vol. 14, No. 2 (49). – P. 326–339. – DOI: 10.21285/2227-2917-2024-2-326-339.

УДК: 69.003

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНЫХ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ И ОСОБЕННОСТЕЙ ИХ ВНЕДРЕНИЯ В РОССИИ

О. К. Мещерякова, М. А. Мещерякова, И. В. Мирошник, К. А. Чечин

---

**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

**Мирошник Иван Валерьевич**, Воронежский государственный технический университет, аспирант кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: miroshnik-2001@inbox.ru

**Чечин Кирилл Александрович**, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), аспирант кафедры организации строительства и управления недвижимостью, E-mail: oseun@yandex.ru

---

**Аннотация:** в работе исследуются актуальные подходы к управлению внедрением инноваций на всех стадиях жизненного цикла объектов капитального строительства. Рассматривается влияние цифровых технологий на трансформацию строительной отрасли, включая использование информационного моделирования (BIM), цифровых экосистем, Интернета вещей и методов искусственного интеллекта. Особое внимание уделено вопросам повышения эффективности управления проектами на этапах от их инициации до эксплуатации и последующей утилизации. Приведён анализ практики применения современных управленческих решений, а также особенностей взаимодействия участников инвестиционно-строительной деятельности. Подчёркивается значимость комплексного подхода, включающего использование аналитических инструментов и принципов устойчивого развития, таких как ESG и элементы экономики замкнутого цикла. Сформулированы ключевые направления дальнейшего совершенствования управления, ориентированные на повышение качества реализации проектов, оптимизацию затрат и обеспечение их долгосрочной результативности.

**Ключевые слова:** жизненный цикл строительных объектов, инновации в строительстве, управление проектами, цифровые технологии, ESG-подход.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF FOREIGN MODELS OF LIFE CYCLE MANAGEMENT AND THEIR IMPLEMENTATION FEATURES IN RUSSIA

O. K. Meshcheryakova, M. A. Meshcheryakova, I. V. Miroshnik, K. A. Chechin

---

**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

---

**Miroshnik Ivan Valerievich**, *Voronezh State Technical University, Postgraduate Student of the Department of Technology, Construction Organization, Expertise, and Real Estate Management, E-mail: miroshnik-2001@inbox.ru*

**Chechin Kirill Alexandrovich**, *National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU), Postgraduate student of the Department of Construction Organization and Real Estate Management, E-mail: oseun@yandex.ru*

---

**Abstract:** the paper explores current approaches to managing the introduction of innovations at all stages of the life cycle of capital construction projects. It examines the impact of digital technologies on the transformation of the construction industry, including the use of information modeling (BIM), digital ecosystems, the Internet of Things, and artificial intelligence methods. Special attention is given to improving the efficiency of project management at all stages, from initiation to operation and subsequent disposal. The paper provides an analysis of the practice of applying modern management solutions, as well as the specifics of interaction between participants in investment and construction activities. The importance of a comprehensive approach, which includes the use of analytical tools and sustainable development principles such as ESG and elements of a circular economy, is emphasized. Key areas for further improvement of management have been formulated, focusing on improving the quality of project implementation, optimizing costs, and ensuring their long-term effectiveness.

**Keywords:** lifecycle of construction projects, construction innovations, project management, digital technologies, ESG approach.

На сегодняшний день строительная отрасль меняется гораздо быстрее, чем еще совсем недавно. И причина этого кроется не только во внедрении цифровых технологий, но и в том, что и сами проекты становятся сложнее, масштабнее и дороже. Выше требования к срокам, качеству и экономичности, и значит, старые подходы к управлению уже не всегда работают так, как следовало бы. Когда проект растянулся на годы и включает много участников, очевидным становится то, что управление отдельно взятыми этапами по одиночке уже не работает. Всё более актуальным становится умение видеть проект целиком и управлять им как единой системой на всем протяжении его существования.

И в этом контексте в центре внимания оказывается концепция жизненного цикла строительного объекта. По сути, это переход к более целостному взгляду на проект - от самой идеи, проектирования и строительства до эксплуатации и последующих переделок. Такой подход позволяет заранее продумывать, как решения, принимаемые на ранних стадиях, окажут влияние в будущем: на затраты, надежность, удобство эксплуатации. А это становится особенно актуальным, когда речь идет не просто о постройке объекта, а об обеспечении его эффективной работы на десятки лет. В конечном итоге управление становится более взвешенным: в нем принимаются во внимание не только текущие задачи, но и долгосрочные последствия. При этом серьезную роль играет обращение к зарубежному опыту, где подобные подходы уже давно применяются на практике. В ряде стран управление жизненным циклом поддерживается не только на уровне методик, но и через развитую нормативную базу и активное использование цифровых инструментов. Важным отличием является и более тесное взаимодействие между участниками проектов, что позволяет добиваться высокой согласованности решений. Однако перенос этих моделей в российские условия требует осторожности: различия в регулировании, организационной структуре отрасли и уровне технологического развития не позволяют просто копировать готовые решения. Поэтому на первый план выходит задача адаптации - с учётом местной специфики и накопленного опыта [1].

Таким образом, изучение и переосмысление современных подходов к управлению жизненным циклом строительных объектов становятся не просто теоретическим интересом,

но практической необходимостью. Это направление позволяет найти более эффективные способы организации строительной деятельности и отвечает на вызовы, которые формируются в условиях цифровизации экономики и усложнения инфраструктурных проектов.

В мировой практике за последнее время сложилось несколько устойчивых подходов к управлению строительными проектами, которые направлены на то, чтобы на всем протяжении жизни объектов сделать процесс их реализации более предсказуемым, управляемым, экономически оправданным. В основе таких подходов лежит идея рассматривать строительный объект не как разовый результат, а как систему, которая развивается во времени и требует согласованных решений на каждом этапе - от замысла до вывода из эксплуатации. Такой взгляд позволяет объединить технические, организационные и экономические аспекты в единую управленческую логику.

Одним из самых простых и вместе с тем универсальных подходов к решению задачи управления объектом является управление жизненным циклом объекта (Life Cycle Management, LCM). Суть его заключается в том, что проект ведется все время без разрывов между этапами. Здесь внимание смещается с отдельно взятых этапов, например, строительства, на общую картину затрат и результатов. Это означает, что при принятии решений учитываются не только первоначальные затраты, но и затраты будущие - на эксплуатацию, на обслуживание, на модернизацию. Данный подход позволит заранее проанализировать, насколько принимаемые решения будут эффективны в долгосрочной перспективе [2].

Еще одним инновационным подходом является Integrated Project Delivery (IPD). Данная модель кардинально меняет способ взаимодействия всех сторон, вовлеченных в реализацию проекта. Данный подход интересен тем, что совместная работа участников начинается на самых ранних стадиях проекта, в отличие от стандартного подхода, где все участники действуют независимо друг от друга. Именно это позволяет быстрее согласовывать решения, снизить вероятность ошибок и сократить число доработок уже в ходе строительства.

Отдельное внимание заслуживает концепция Lean Construction, пришедшая в строительство от промышленности. Основная мысль ее состоит в том, чтобы избавиться от всего лишнего в процессе: лишних операций, простоя, нерационального использования материалов и времени. На практике это инженеры внедряют в виде более четкой организации работы, стандартизации процессов и постоянного контроля их эффективности. Результат - сокращение сроков, снижение затрат и повышение общей производительности. Одним из важных результатов становится также уменьшение экспериментов - переделок, что само по себе повышает предсказуемость хода проекта.

Объединяет все эти подходы, активное использование цифровых технологий, ставящих, по сути, основу современному строительному управлению. Можно сказать, что в центре всех этих усилий стоит информационное моделирование зданий (BIM), позволяющее создать цифровую модель объекта и работать с ней на всех стадиях его жизненного цикла. Эта модель становится своего рода «единым источником данных», аккумулирующим всю, абсолютно всю информацию о проекте. Это упрощает взаимодействие участников, повышает точность проектных решений, помогает быстрее выявлять возможные проблемы [3].

Международные стандарты, в частности, серия ISO 19650, которые задают общие правила работы с проектной информацией в строительстве, являются важным элементом в развитии данной системы. Они определяют, как информация должна производиться, храниться и передаваться между участниками процесса. Тем самым, создается более прозрачно воспринимаемая всеми сторонами система взаимодействия, где все работают в едином информационном пространстве. А в условиях активной цифровизации сектора такие стандарты становятся основой для повышения управляемости проектов и их эффективности в целом.

В российской строительной отрасли переход к моделям управления жизненным циклом не является мгновенным процессом. Он осуществляется постепенно, встраивая их в существующие условия. Это связано с тем, что любые новые подходы необходимо соотносить с имеющимися нормами, правилами государственного регулирования и реальной степенью цифрового развития компаний. В странах, где подобные модели используются давно, они формировались длительное время естественным образом. А в России внедрение таких моделей потребует не только изучение самих методик, но и изменений в оргсреде - пересмотра привычных принципов взаимодействия и управления строительной отраслью.

Одним из наиболее заметных направлений в этом процессе стало внедрение технологий информационного моделирования. И сегодня BIM рассматривается не просто как инструмент проектирования, а как основа для перехода к цифровому управлению строительством. На уровне государства уже сформированы требования, регулирующие его применение, особенно в проектах с бюджетным финансированием. С 2022 года применение BIM стало обязательным для целого ряда объектов, что дало дополнительный импульс его распространению. Параллельно развиваются цифровые платформы и формируются подходы к стандартизации данных. По оценкам специалистов, в крупных проектах доля применения BIM уже достаточно высока, что говорит о постепенном переходе отрасли к новым методам работы [4].

При этом ситуация неоднородна. Если крупные компании и государственные структуры активно инвестируют в цифровые решения и выстраивают комплексные системы управления, то малый и средний бизнес чаще ограничен в ресурсах и внедряет технологии выборочно. В результате отрасль развивается неравномерно: одни участники работают в цифровой среде, другие продолжают опираться на традиционные инструменты. Серьезными препятствиями остаются слабая совместимость используемых программ, отсутствие единых подходов к обмену данными и нехватка специалистов, способных эффективно работать с современными технологиями.

Не менее сложной задачей является внедрение таких подходов, как Integrated Project Delivery и Lean Construction. Они требуют не только новых инструментов, но и другой логики взаимодействия между участниками проектов. Существующая контрактная система ориентирована скорее на четкое разделение ответственности, тогда как интегрированные модели предполагают совместную работу и распределение рисков. Да и применение принципов бережливого строительства связано с качественным изменением внутренней культуры организаций, с повышением прозрачности процессов и переходом на более гибкое управление. Тем не менее, некоторые элементы этих подходов в уже используются, отчасти даже на интуитивном уровне, особенно в крупных инфраструктурных и промышленных проектах, где уже востребованы инструменты оптимизации процессов и цифрового контроля.

В целом можно сказать, что внедрение зарубежных моделей в российскую строительную практику идёт через постепенное накопление опыта и развитие необходимых условий. По мере того как улучшается нормативная база, растёт использование цифровых технологий и повышается уровень компетенции специалистов, создаётся основа для более широкого применения современных управленческих подходов. В дальнейшем это может привести и к формированию более устойчивой системы управления строительством, ориентированной не только на выполнение текущих задач, но и на долгосрочную эффективность и развитие всей отрасли [5].

Хотя в российской строительной отрасли существуют определенные ограничения, как в нормативно-правовом, так и в организационно-технологическом аспекте, тем не менее, все чаще становятся видны примеры применения современных моделей управления жизненным циклом в отечественной практике. Причем речь не о банальном заимствовании, а о практической адаптации, когда подходы «подстраиваются» под имеющуюся систему, отстраиваются по заданным ориентирам. Такие кейсы наглядно демонстрируют, что при

наличии выстроенных процессов и достаточном уровне цифровой зрелости участников можно достичь ощутимых результатов.

Одним из самых очевидных направлений стало применение информационного моделирования в крупных инфраструктурных проектах. Например, BIM активно используется на строительстве объектов Московского метрополитена, в том числе при строительстве Большой кольцевой линии, а также на транспортных узлах. В проектах такого рода цифровая модель становится рабочим инструментом, согласующим данные по архитектуре, конструкциям и инженерным системам. Это обеспечивает работу участников в едином информационном поле, позволяет быстрее согласовывать решения и заранее выявлять возможные несоответствия. Таким образом, данный подход дает возможность уменьшить объем доработок на этапе строительства, что в свою очередь позволяет точнее планировать ресурсы и сроки [6].

Отдельного изучения заслуживает программа реновации жилищного фонда в Москве, в которой современные подходы к управлению применяются в масштабах целого города. Программа охватывает тысячи объектов и предполагает не только строительство нового жилья, но и развитие сопутствующей инфраструктуры. В этих условиях невозможно обойтись без цифровых инструментов и координации на всех уровнях. Здесь используются технологии информационного моделирования, элементы интегрированного взаимодействия между всеми участниками - от проектировщиков до подрядчиков. Масштаб и сложность программы служит наглядным примером того, каким образом современные подходы управления жизненным циклом могут быть применены в реальных условиях.

В общем можно говорить о том, что российская строительная практика постепенно переходит от единичных экспериментов к более системному применению современных моделей управления. Пока этот процесс идет неравномерно, однако уже сейчас заметно, что интеграция цифровых технологий и новых управленческих принципов дает ощутимый эффект, выливающийся в снижение издержек, повышение качества и предсказуемости результатов. Со временем такие решения могут лечь в основу более устойчивой и эффективной, ориентированной не только на решение текущих задач, но и на перспективу системы управления строительством.

Сравнивая зарубежный и российский опыт управления жизненным циклом строительных объектов, видно, что различия между ними носят не поверхностный, а системный характер. В первую очередь они определяются тем, насколько развита институциональная среда, как выстроено нормативное регулирование, насколько глубоко в строительное производство внедрены цифровые технологии. Именно это и определяет степень, в которой современные управленческие подходы работают эффективно и встраиваются в повседневную практику, а не остаются отдельными элементами.

В зарубежной практике в области управления строительными проектами, как правило, гораздо более последовательно и согласованно выстроены процессы. Там уже есть заложенные и хорошо проработанные правила игры, а значит, и детализированные стандарты, которые охватывают все этапы жизненного цикла объекта - от идеи до эксплуатации. При этом важным является не только само наличие регламентов, но и культура взаимодействия участников процесса, куда входят заказчики, проектировщики, подрядчики и эксплуатирующие организации. Они действуют в тесной связке, что позволяет избегать образующихся разрывов между стадиями проекта.

В России ситуация обратна противоположная. Отрасль находится на стадии перехода к подобным моделям, и пока принципиально нельзя назвать эту стадию завершенной. С одной стороны, за последние годы достаточно заметно продвинулась нормативная база, появились требования к применению цифровых технологий, активно развиваются профильные платформы. С другой стороны, внедрение этих решений происходит неравномерно и неравно пропорционально. Наиболее активно они используются в крупных проектах и компаниях, где представительство и необходимая компетенция

позволяют это сделать. В то же время значительная часть рынка продолжает работать в более традиционной логике, что в свою очередь сдерживает формирование единого подхода [7].

Чтобы наглядно проиллюстрировать различия между двумя практиками, имеет смысл рассмотреть их в сравнительном формате, выделив те ключевые параметры, по которым они имеют принципиальное различие (см. табл. 1).

Таблица 1

**Сравнительный анализ зарубежных и российских моделей управления жизненным циклом строительных объектов**

<b>Критерий</b>	<b>Зарубежная практика</b>	<b>Российская практика</b>
<b>Уровень институционального развития</b>	Сформированная и устойчивая система стандартов и регулирования	Развивающаяся нормативно-правовая база
<b>Интеграция участников проекта</b>	Высокий уровень кооперации (IPD, collaborative contracts)	Частичная интеграция, преобладание традиционных схем
<b>Использование BIM-технологий</b>	Обязательное применение в большинстве крупных проектов	Активное внедрение, но неравномерное распространение
<b>Цифровая зрелость отрасли</b>	Высокий уровень цифровизации и автоматизации процессов	Средний уровень, различия между крупными и малыми компаниями
<b>Применение Lean-подходов</b>	Широкое распространение и системное внедрение	Ограниченное применение, преимущественно в крупных проектах
<b>Управление рисками</b>	Развитые механизмы распределения рисков между участниками	Ограниченные инструменты, риски часто закреплены контрактно
<b>Информационная интеграция</b>	Единые цифровые платформы и стандарты обмена данными	Частичная интеграция, разрозненные системы
<b>Роль государства</b>	Регулирующая и стимулирующая (стандарты, требования)	Активная роль в инициировании цифровизации отрасли
<b>Основные ограничения</b>	Минимальные, за счёт зрелости системы	Институциональные барьеры, нехватка компетенций

Если взглянуть на природу различий между зарубежной и российской практикой не формально, а с точки зрения делания, то становится очевидно, что вся тяжесть проблем лежит не на отсутствии технологий, а на других аспектах внедряемых в жизнь технологий. Информационные системы нередко используются в отрыве от других, не создавая единого пространства, из-за чего практически теряется часть потенциального эффекта. Кроме того, на ситуацию накладывает отпечаток разный уровень цифровой готовности сторон.

Существенным фактором остается и сложившаяся модель взаимодействия участников проектов, которая не всегда предполагает желаемую степень открытости и координации.

Проведенный анализ показывает, что зарубежные модели управления жизненным циклом действительно дают ощутимый практический эффект. Он заключается не только в улучшении качества проектных и строительных решений, но и в способности обеспечивать экономическую эффективность объектов на протяжении всего их жизненного цикла. Это достигается за счет более тесного взаимодействия участников, системного подхода управления и широкого применения все более проникающих в жизни цифровых технологий, которые делают процессы более прозрачными и управляемыми.

В условиях России реализация подобных моделей осуществляется постепенно, с их интеграцией в имеющуюся систему регулирования и системы организации строительной деятельности, с учётом всего многообразия контрактных механизмов, нормативной базы и уровня готовности компаний к изменению своей сути. Однако уже имеющиеся успешные практики продемонстрировали, что даже частичное использование таких подходов даёт положительный итог: выше качество проектирования, минимальные сроки исполнения и меньшее количество их издержек, что указывает на многообещающий и достаточный потенциал дальнейшего использования указанных моделей.

Что касается перспектив, весьма очевидно, что они непосредственно образуются в процессе углубленной цифровизации отрасли и развития институциональной среды. Важным направлением остается совершенствование нормативной базы, которая в идеале не только должна регулировать, но и одновременно энергично стимулировать внедрение современных технологий. С одной стороны, это должно повлечь за собой также возрастающую роль инновационных инструментов - от BIM-моделирования, и управления данными до систем, основанных на искусственном интеллекте и предиктивной аналитике, позволяющих делать предварительную оценку рисков и соответственно принимать более обоснованные решения.

В перспективе, всё это на более долгой линии, создаст позитивные предпосылки появления единой системы управления строительством, в рамках которой процессы будут непрерывны и взаимосвязаны. Такая система позволит не только резко повысить эффективность отрасли, но и обеспечит выход качественной и безопасной инфраструктуры, которая будет отвечать всем современным экономическим и социальным требованиям.

### Список литературы

1. Опрышко, Н.В. Сравнительный анализ бизнес-моделей жизненного цикла в отечественной и зарубежной практиках/ Н.В. Опрышко, Д.А. Лычагина// Московский экономический журнал. – 2020. - №7(23). – С. 372 – 379.
2. Матевосян, А.В. Контракт жизненного цикла как новая форма партнерства государства и бизнеса //сайт [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: [https://www.rsuh.ru/upload/main/vestnik/eup/15\\_2013.pdf](https://www.rsuh.ru/upload/main/vestnik/eup/15_2013.pdf), Загл. С экрана – Яз. Рус. (дата обращения 10.04.2026).
3. Мещерякова, М. А. Анализ возможностей и ограничений применения BIM-технологий в качестве инструмента управления жизненным циклом объектов строительства / М. А. Мещерякова, О. К. Мещерякова, Н. Д. Деев // Инженерные системы и сооружения. – 2025. – № 3(61). – С. 7-12.
4. Гинзбург, А. В. Управление жизненным циклом объектов капитального строительства. - М.: Издательство АСВ, 2019. - 256 с.
5. Волков А. А., Чулков В. О. Информационное моделирование в строительстве. - М.: МГСУ, 2020. - 320 с.
6. Каганович, Б. М. Экономика строительства. - М.: Юрайт, 2021. - 285 с.

7. Мещерякова, О. К. Особенности инвестирования на этапах жизненного цикла объекта строительства / О. К. Мещерякова, М. А. Мещерякова, С. С. Тутова // Строительство и недвижимость. – 2025. – № 2(17). – С. 69-73.

### List of references

1. Opryshko, N.V. Comparative Analysis of Business Models of the Life Cycle in Domestic and Foreign Practices/ N.V. Opryshko, D.A. Lychagina// Moscow Economic Journal. – 2020. - No. 7(23). – Pp. 372 – 379.

2. Matevosyan, A.V. Life Cycle Contract as a New Form of Partnership between the State and Business //website [Electronic resource]: Access mode: URL: [https://www.rsuh.ru/upload/main/vestnik/eup/15\\_2013.pdf](https://www.rsuh.ru/upload/main/vestnik/eup/15_2013.pdf), Title. From the screen – Lang. Rus. (date of access 10.04.2026).

3. Meshcheryakova, M. A. Analysis of the possibilities and limitations of the application of BIM technologies as a tool for managing the life cycle of construction facilities / M. A. Meshcheryakova, O. K. Meshcheryakova, N. D. Deev // Engineering systems and structures. – 2025. – No. 3(61). – Pp. 7-12.

4. Ginzburg, A. V. Management of the Life Cycle of Capital Construction Projects. - Moscow: ASV Publishing House, 2019. - 256 p.

5. Volkov A. A., Chulkov V. O. Information Modeling in Construction. - Moscow: MGSU, 2020. - 320 p.

6. Kaganovich, B. M. Economics of Construction. - M.: Yurayt, 2021. - 285 p.

7. Meshcheryakova, O. K. Features of Investment at Stages of Life Cycle of Construction Object / O. K. Meshcheryakova, M. A. Meshcheryakova, S. S. Tutova // Construction and Real Estate. – 2025. – No. 2(17). – Pp. 69-73.

УДК 69:005.6(075.8)

## ОЦЕНКА ОКУПАЕМОСТИ ЗЕЛЁНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДЕВЕЛОПМЕНТЕ (НА ПРИМЕРЕ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ «ЗЕЛЁНЫХ» КРОВЕЛЬ)

Е. А. Чеснокова, А. А. Пашенцева, С. А. Денисенко, И. Д. Устинов

---

**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)

**Денисенко Софья Александровна**, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мТПР-241, E-mail: [denisenko\\_sofa\\_89320@mail.ru](mailto:denisenko_sofa_89320@mail.ru)

**Устинов Иван Дмитриевич**, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бПБ-221, E-mail: [Vanyaustinov2002@mail.ru](mailto:Vanyaustinov2002@mail.ru)

---

**Аннотация:** в статье рассматривается роль ESG-отчётности как инструмента оценки устойчивого развития в современном девелопменте. Особое внимание уделяется внедрению «зелёного» строительства, в частности - эксплуатируемым зелёным кровлям. Приводятся российские и зарубежные примеры (Воронеж, Москва, Санкт-Петербург, Ванкувер) с анализом их экологической и экономической эффективности. На основе сравнения традиционного здания и объекта с зелёной кровлей выполнена оценка капитальных и эксплуатационных затрат. Показано, что, несмотря на первоначальное удорожание, с учётом роста рыночной стоимости, повышения арендных ставок и налоговых льгот реальный срок окупаемости составляет 7-9 лет. Сделан вывод о переходе экологических решений из разряда имиджевых в разряд экономически обоснованных и стратегически необходимых.

**Ключевые слова:** ESG-принципы, устойчивое развитие, девелопмент, зелёное строительство, эксплуатируемая зелёная кровля.

## ASSESSMENT OF THE RETURN ON INVESTMENT OF GREEN TECHNOLOGIES IN DEVELOPMENT (BASED ON THE EXAMPLE OF OPERATED GREEN ROOFS)

E. A. Chesnokova, A. A. Pashentseva, S. A. Denisenko, I. D. Ustinov

---

**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)

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

**Denisenko Sofia Aleksandrovna**, Voronezh State Technical University, Master's student, group mTPR-241, E-mail: [denisenko\\_sofa\\_89320@mail.ru](mailto:denisenko_sofa_89320@mail.ru)

**Ustinov Ivan Dmitrievich**, Voronezh State Technical University, student, group bPB-221, E-mail: [Vanyaustinov2002@mail.ru](mailto:Vanyaustinov2002@mail.ru)

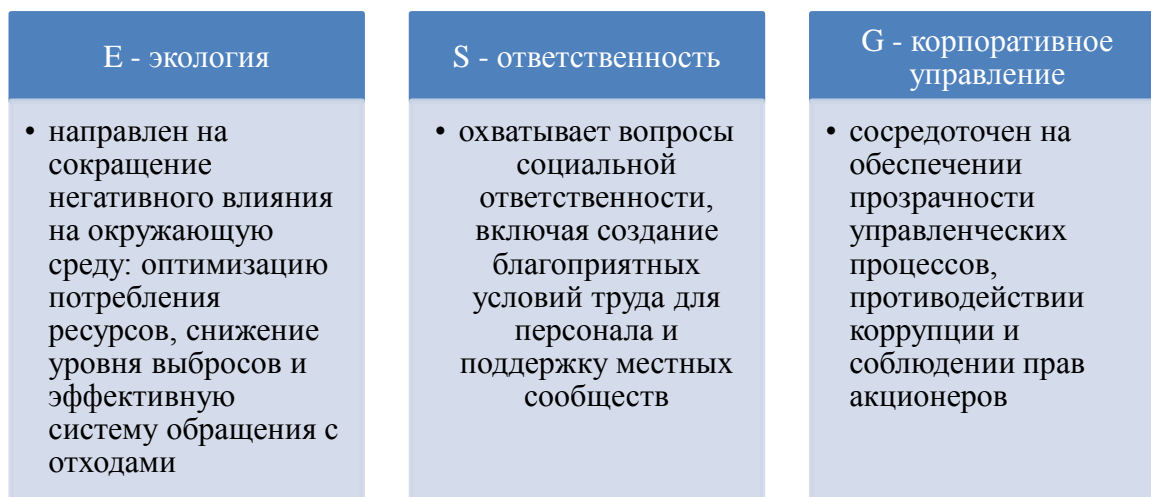
---

**Abstract:** this article examines the role of ESG reporting as a tool for assessing sustainability in modern development. Particular attention is paid to the implementation of green construction, particularly green roofs. Russian and international examples

(Voronezh, Moscow, St. Petersburg, and Vancouver) are cited, along with an analysis of their environmental and economic efficiency. A comparison of a traditional building and a facility with a green roof is used to assess capital and operating costs. It is shown that, despite the initial increase in cost, taking into account rising market values, rising rental rates, and tax incentives, the actual payback period is 7-9 years. It is concluded that environmental solutions are moving from being merely image-based to being economically justified and strategically necessary.

**Keywords:** ESG principles, sustainable development, development, green building, exploitable green roof.

В сфере современного деvelopeмента всё активнее внедряются принципы устойчивого развития. Важнейшим механизмом оценки социальной и экологической ответственности бизнеса выступает ESG-отчётность (экология, социальная политика и управление) [1]. Этот инструмент выходит за рамки поверхностного внимания к экологии и формирует комплексную систему из трёх взаимосвязанных компонентов (рис. 1).



**Рис. 1. Комплексная система ESG**

Для девелоперов внедрение ESG-принципов [1-5] означает переход к «зелёному» строительству - созданию зданий, которые не только отвечают современным экологическим стандартам, но и демонстрируют экономическую эффективность в долгосрочной перспективе [6]. Ярким примером таких технологий служат эксплуатируемые «зелёные» кровли. Они не просто украшают городской пейзаж, но и приносят ощутимую пользу: снижают нагрузку на системы кондиционирования, собирают дождевую воду и улучшают микроклимат в окрестностях здания. Разберёмся, насколько оправданы инвестиции в эту технологию с точки зрения окупаемости.

Современные тренды в строительстве всё чаще направлены на продвижение экологических решений – что является отличным бизнес решением и соответствует требованиям общества в сфере экологических вопросов.

Рассмотрим несколько ярких примеров реализации зеленых технологий в России и за рубежом. Так при создании данного жилого комплекса Галерея Чижова в городе Воронеж (рис. 2), особое внимание уделили экологичным решениям. Архитекторы реализовали зеленую кровлю как часть благоустройства, что добавило комплексу не только эстетический вид, но и сыграло практическую роль. Были созданы общественные зоны, а энергоэффективность повышена.



**Рис. 2. «Галерея Чижова» (Воронеж, Россия) [7]**

Результаты оказались весомыми: микроклимат помещений стал комфортнее, расходы на коммунальные услуги уменьшились, а сам комплекс стало более привлекателен для покупателей [7].

В Москве принципом бережного отношения к окружающей среде служит бизнес-центр «Сколково» (рис. 3), офисное здание элитного класса, здесь создана сложная система зелёных технологий: кровля гармонично вписана в архитектуру, а при застройке использованы передовые энергосберегающие материалы.

На основании этих решений удалось уменьшить углеродный след, повысить комфорт для новых арендаторов и получить международный сертификат экологичности [8].



**Рис. 3. БЦ «Сколково» (Москва, Россия)**

Ещё одним ярким примером является ЖК «Триумф-парк» в Санкт-Петербурге (рис. 4), экологичное жилое пространство с комплексным многоуровневым озеленением

пространства, а также с системой сбора дождевой воды. Проект позволил обеспечить улучшение качества жизни и снизить эксплуатационные расходы, что поспособствовало росту рыночной стоимости недвижимости [9].



**Рис. 4. ЖК «Триумф-парк» (Санкт-Петербург, Россия) [9]**

Ярким примером служит программа «Greenest City Action Plan» (рис. 5), реализованная в Ванкувере (Канада). Целью данного проекта было позиционирование города, как лидера среди мировых зелёных мегаполисов, основной план состоял в том, чтобы: увеличить площадь зеленых территорий, развитие экологического транспорта, внедрить зелёные стандарты в строительстве. Данные решения привели к улучшению экологической обстановки и повысили качество жизни людей, а также поспособствовали созданию новых рабочих мест [10].



**Рис. 5. «Greenest City Action Plan» (Ванкувер, Канада) [10]**

Рассмотрим показатели и сравним затраты на строительство и эксплуатацию двух вариантов бизнес-центра площадью 10000 м<sup>2</sup> - традиционного и с эксплуатируемой зелёной кровлей (см. табл.1).

Таблица 1

## Сравнение объектов с традиционной кровлей и с эксплуатируемой зелёной кровлей

Показатель	Традиционное здание	Здание с зелёной кровлей	Пояснение
<b>Капитальные затраты</b>			
Базовая стоимость строительства	600.000.000 руб. (60.000*10.000)	600.000.000 руб.	Одинакова для обоих вариантов
Стоимость устройства зелёной кровли	-	30.000.000 руб. (15.000*2.000)	Площадь кровли - 2.000 м <sup>2</sup> , цена - 15.000 руб./м <sup>2</sup>
Дополнительные инженерные решения	-	30.000.000 руб. (5% от 600.000.000)	Усиление конструкций, система полива и дренажа
<i>Итого капитальные затраты</i>	600.000.000 руб.	660.000.000 руб.	Разница: + 60.000.000 руб.
<b>Годовые эксплуатационные расходы</b>			
Электроэнергия	2.400.000 руб.	1.632.000 руб.	Снижение на 32% за счёт теплоизоляции кровли [4]
Водоснабжение	800.000 руб.	400.000 руб.	Экономия 50% за счёт сбора дождевой воды
Отопление	1.200.000 руб.	960.000 руб.	Снижение на 20% из-за улучшенной теплозащиты [4]
Обслуживание инженерных систем	400.000 руб.	178.000 руб.	Оптимизация нагрузок, снижение износа оборудования
<i>Итого годовые эксплуатационные расходы</i>	4.800.000 руб.	3.170.000 руб.	Экономия: 1.630 руб./год
<b>Окупаемость</b>			
Доп. капитальные вложения	-	60.000.000 руб.	Разница между вариантами
Годовая экономия	-	1.630.000 руб.	Разница в эксплуатационных расходах
Простой срок окупаемости	-	≈ 37 лет	$\frac{60.000.000}{1.630.000} \approx 37$
Реальный срок окупаемости	-	7-9 лет	Учёт стоимости объекта, арендных ставок, налоговых льгот, увеличение срока службы здания

Данный расчёт показывает, что при годовой экономии 1.630.000 руб. потребуется около 37 лет, чтобы окупить дополнительные вложения в размере 60.000.000 руб. Однако такая оценка не учитывает ряд факторов, способных кардинально изменить картину.

Здания с зелёными технологиями обладают более высокой рыночной стоимостью - она может превышать аналоги на 25-30 %, а арендные ставки в таких объектах обычно выше на 15-20 % [11]. Кроме того, «зелёные» объекты быстрее находят арендаторов и покупателей: сроки экспозиции сокращаются на 30 % и более. В ряде регионов девелоперы получают налоговые преференции или субсидии за внедрение экологичных решений, что дополнительно снижает финансовую нагрузку [12]. Не менее важен и долгосрочный эффект: срок службы здания с зелёной кровлей увеличивается на 15-20 %, а эксплуатационные расходы снижаются на 18-23 % в течение всего жизненного цикла. С учётом этих факторов реальный срок окупаемости сокращается до 7-9 лет вполне приемлемый показатель для девелоперских проектов.

Как отмечают авторы [13,14], зелёные кровли также способствуют снижению пылевого загрязнения в городской среде на 12-18 %, что повышает привлекательность объекта для арендаторов и жителей, кроме того, озеленённые кровли снижают пиковые нагрузки на системы кондиционирования на 22-28 % в летний период, что особенно актуально для мегаполисов с жарким летом.

Зелёные технологии в девелопменте – это не просто красивый фасад, а прочный фундамент для будущего. Изучение эксплуатируемых кровель наглядно демонстрирует, что: дополнительные затраты на внедрение составляют 5-12 % от бюджета проекта; ежегодная экономия на эксплуатации достигает 20-35 %; срок окупаемости с учётом всех факторов сокращается до 7-9 лет.

ESG-подход уже стал неотъемлемой частью мирового девелопмента. В России этот тренд только набирает обороты, но успешные кейсы доказывают: экологичность и экономическая эффективность могут идти рука об руку. В условиях ужесточения экологических норм и роста спроса на устойчивые объекты такие инвестиции становятся не просто выгодными, а необходимыми.

### Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 17.12.2021 № 3683-р «Об утверждении целей и основных направлений устойчивого (в т. ч. зелёного) развития РФ» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://rulaws.ru/government/Rasporyazhenie-Pravitelstva-RF-ot-17.12.2021-N-3683-r/>, Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 16.04.2026).
2. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» // Собрание законодательства РФ. -2002. - № 2. - Ст. 133. – 10 с.
3. ГОСТ Р 58875-2020. Зелёные стандарты. Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования. — М.: Стандартинформ, 2020. – 54 с.
4. Понявина, Н. А. Анализ принципов применения технологии "Бережливое строительство" с целью повышения индекса производительности труда / Н. А. Понявина, Д. И. Емельянов, Е. А. Чеснокова, М. Е. Попова // Научный журнал строительства и архитектуры. - 2021.-№ 1 (61). - С. 40-52.
5. Потехин, И. А. Анализ "Бережливого производства" на строительных предприятиях за рубежом и разработка рекомендаций для российских инженеров / И. А. Потехин, А. В. Мищенко, Е. А. Чеснокова, Д. И. Емельянов, Н. Д. Телегин // Современное промышленное и гражданское строительство. - 2025. - Т. 21.- № 1.- С. 43-59.
6. Копылова, А. И. Энергетическая эффективность здания с применением технологии «зелёная кровля» / А. И. Копылова, А. К. Богомолова, Д. В. Немова // Вестник гражданских инженеров. - 2022. - № 4 (93). - С. 88-95.

7. Материалы по ЖК «Галерея Чижова» (Воронеж): данные застройщика [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4292989?ysclid=mp3n22ijiw827389376>, Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 16.04.2026).
8. Сколково [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <https://sdelanounas.ru/blogs/78436/>, Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 16.04.2026).
9. Материалы по ЖК «Триумф-парк» (Санкт-Петербург): данные застройщика. [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <https://www.akruks.net/projects/living-complexes/zhk-triumf-park/>, Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 16.04.2026).
10. City of Vancouver (2023). Greenest City Action Plan: Progress Report 2011–2021. [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <https://globalcad.org/en/2022/04/21/vancouver-greenest-city/>, (дата обращения: 16.04.2026).
11. World Green Building Council (2023). The Business Case for Green Building. [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: [https://gbcru.org/?SHOWALL\\_1=1&ysclid=mp3nh332in193235006](https://gbcru.org/?SHOWALL_1=1&ysclid=mp3nh332in193235006), (дата обращения: 16.04.2026).
12. Чеснокова, Е. А. Применение "зелёного" строительства при реализации девелоперских проектов коммерческой недвижимости / Е. А. Чеснокова, А. А. Пашенцева, Д. А. Горшенин // Строительство и недвижимость. - 2025. - № 6 (21). - С. 88-95.
13. Манжиловская, С. Е. Применение зелёных крыш в точечном строительстве для повышения экологической безопасности городских территорий / С. Е. Манжиловская, А. И. Евтушенко, Д. Р. Маилян // Инженерный вестник Дона. - 2021. - № 12 (84). - С. 112–120.
14. Шубина, В. А. Влияние зелёных кровель на энергоэффективность зданий // Молодой учёный. - 2023. - № 25 (472). - С. 45-49.

### List of references

1. Decree of the Government of the Russian Federation dated 12/17/2021 No. 3683 r "On approval of the goals and main directions of sustainable (including green) development of the Russian Federation" [Electronic resource]: Available at URL: <https://rulaws.ru/goverment/Rasporyazhenie-Pravitelstva-RF-ot-17.12.2021-N-3683-r/>, Title. From the screen. – Yaz. Rus. (date of reference: 04/16/2026).
2. Federal Law No. 7 FZ dated 01/10/2002 "On Environmental Protection" // Collection of Legislation of the Russian Federation. -2002. - No. 2. - Art. 133. – 10 p.
3. GOST R 58875 2020. Green standards. Landscaped and operated roofs of buildings and structures. Technical and environmental requirements. Moscow: Standartinform, 2020, 54 p.
4. Ponyavina, N. A. Analysis of the principles of applying the Lean Construction technology in order to increase the labor productivity index / N. A. Ponyavina, D. I. Yemelyanov, E. A. Chesnokova, M. E. Popova // Scientific Journal of Construction and Architecture. - 2021.-№ 1 (61). - Pp. 40-52.
5. Potekhin, I. A. Analysis of "Lean manufacturing" at construction enterprises abroad and development of recommendations for Russian engineers / I. A. Potekhin, A.V. Mishchenko, E. A. Chesnokova, D. I. Yemelyanov, N. D. Telegin // Modern industrial and civil engineering. - 2025. - Vol. 21.- No. 1.- pp. 43-59.
6. Kopylova, A. I. Energy efficiency of a building using the "green roof" technology / A. I. Kopylova, A. K. Bogomolova, D. V. Nemova // Bulletin of Civil Engineers. - 2022. - № 4 (93). - Pp. 88-95.
7. Materials on the Chizhov Gallery residential complex (Voronezh): developer's data [Electronic resource]: Available URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4292989?ysclid=mp3n22ijiw827389376>, Title From the screen. – Yaz. Rus. (date of access: 04/16/2026).

8. Skolkovo [Electronic resource]: Available URL: <https://sdelanounas.ru/blogs/78436/>, Title. From the screen. – Yaz. Rus. (date of access: 04/16/2026).

9. Materials on the Triumph Park residential complex (Saint Petersburg): developer's data. [Electronic resource]: Access mode URL: <https://www.akruks.net/projects/living-complexes/zhk-triumf-park/>, Title. From the screen. – English (accessed: 04/16/2026).

10. City of Vancouver (2023). Greenest City Action Plan: Progress Report 2011–2021. [Electronic resource]: Access mode URL: <https://globalcad.org/en/2022/04/21/vancouver-greenest-city/>, (date of access: 04/16/2026).

11. World Green Building Council (2023). The Business Case for Green Building. [Electronic resource]: Access mode URL: [https://gbcru.org/?SHOWALL\\_1=1&ysclid=mp3nh332in193235006](https://gbcru.org/?SHOWALL_1=1&ysclid=mp3nh332in193235006), (accessed: 04/16/2026).

12. Chesnokova, E. A. The use of "green" construction in the implementation of commercial real estate development projects / E. A. Chesnokova, A. A. Pashentseva, D. A. Gorshenin // Construction and Real Estate. - 2025. - № 6 (21). - Pp. 88-95.

13. Manzhilevskaya, S.E. The use of green roofs in point construction to improve the environmental safety of urban areas / S.E. Manzhilevskaya, A. I. Yevtushenko, D. R. Mailyan // Engineering Bulletin of the Don. - 2021. - № 12 (84). - Pp. 112-120.

14. Shubina, V. A. The influence of green roofs on the energy efficiency of buildings // Young scientist. - 2023. - № 25 (472). - Pp. 45-49.

## РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 332.74

### ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СУДЕБНОГО ОСПАРИВАНИЯ КАДАСТРОВОЙ СТОИМОСТИ НЕДВИЖИМОСТИ – СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПРОБЛЕМЫ

**В. М. Круглякова<sup>1,2</sup>, С. И. Спесивцев**

---

**Круглякова Виктория Марковна**, <sup>1</sup>*Воронежский государственный технический университет, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью,* <sup>2</sup>*Московский государственный строительный университет, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор кафедры организации строительства и управления недвижимостью, E-mail: vinikat@mail.ru*

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

---

**Аннотация:** область применения кадастровой стоимости расширяется и возрастает влияние кадастровой стоимости на показатели экономической деятельности участников рынка недвижимости. В представленной статье авторами проведен анализ особенностей организационного и методического обеспечения судебного оспаривания кадастровой стоимости недвижимости с учетом последних изменений. Отмечено, что изменения затронули организационное обеспечение, но в то же время они не коснулись методик, вследствие чего проблемы остались и требуют дальнейшей проработки. Авторы обратили внимание на то, что регулирование процедуры оспаривания по Статьям 22 и 22.1 Федерального закона №237-ФЗ от 03.07.2016 года, не создает трудностей для судебных экспертов, однако из-за этого отсутствует единообразие судебной практики по вопросам оспаривания. Сделан акцент на отсутствии различий в методологическом обеспечении судебных экспертов, из-за чего деятельность оценщиков в судебных экспертах отождествляется, противореча разному роду деятельности специалистов.

**Ключевые слова:** оспаривание кадастровой стоимости, кадастровая стоимость, организационно-методическое обеспечение.

### ORGANIZATIONAL AND METHODOLOGICAL SUPPORT FOR JUDICIAL CHALLENGES TO THE CADASTRAL VALUE OF REAL ESTATE – MODERN TENDENCIES AND PROBLEM

**V. M. Kruglyakova<sup>1,2</sup>, S. I. Spesivtsev**

---

**Kruglyakova Victoria Markovna**, <sup>1</sup>*Voronezh State Technical University, Doctor of Economics, Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Technology, Construction Organization, Expertise and Real Estate Management,* <sup>2</sup>*Moscow State University of Civil*

*Engineering, Doctor of Economics, Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Construction Organization and Real Estate Management, E-mail: vinikat@mail.ru*

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

---

**Abstract:** the scope of application of the cadastral value is expanding, and its impact on the economic performance indicators of real estate market participants is growing. In this article, the authors analyze the specifics of the organizational and methodological framework for judicial challenges to the cadastral value of real estate, taking into account the latest changes. It is noted that the changes affected the organizational framework but did not address the methodologies, leaving problems unresolved and requiring further study. The authors noted that the regulations governing the challenge procedure under Articles 22 and 22.1 of Federal Law No. 237-FZ of July 3, 2016, do not pose difficulties for forensic experts; however, this has led to a lack of consistency in judicial practice regarding challenges. Emphasis is placed on the lack of differences in the methodological support provided to forensic experts, which leads to the activities of appraisers being equated with those of forensic experts, contradicting the distinct nature of the specialists' work.

**Key words:** challenging cadastral value, cadastral value, organizational and methodical support.

Применение кадастровой стоимости (далее – КС) в Российской Федерации постоянно расширяется, и изменения и дополнения в организационном и методическом обеспечении тесно с этим связаны. Целью данных изменений является расширение механизма государственного контроля над сферой имущественных отношений, а именно в области недвижимого имущества.

Федеральный закон №321-ФЗ от 08.08.2024 года [1], с 1 января 2026 года вступил в силу, вследствие чего использование КС с 1 января 2026 года распространяется на расчет арендной платы для земельных участков, находящихся в государственной и муниципальной собственности. Помимо этого, в актуальной редакции Федерального закона №237-ФЗ от 03.07.2016 «О государственной кадастровой оценке» (далее – закон о ГКО) указано, что КС используется вместо рыночной при налогообложении, залоге недвижимости и принимается за основу при определении начальной цены отдельных торгов, проводимых в рамках аукциона, согласно Ст. 18 [2,3].

Причиной активного расширения применения КС в области недвижимости является более низкая спекулятивность по сравнению с рыночной стоимостью. КС устанавливается на дату проведения Государственной кадастровой оценки и остается таковой до следующей ГКО, в отличие от рыночной стоимости, изменяющейся ежедневно. Механизм КС является полезным в регулировании имущественных отношений между собственниками, арендаторами недвижимости с одной стороны и государством с другой. Низкая спекулятивность создает высшую предсказуемость бюджета субъектов федерации и страны.

Для установления КС, ГКО проводится с применением методов массовой оценки. Поскольку в расчет не учитываются индивидуальные особенности объекта недвижимости, такие как неотделимые улучшения и состояние объекта недвижимости, а также присутствует человеческий фактор, имеется вероятность установления несправедливой КС. Однако правообладатели имеют право оспорить КС конкретных объектов недвижимости.

Ныне активно используются досудебное и судебное оспаривание стоимости объектов недвижимости, направленных на определение «справедливой» стоимости в текущих условиях. Помимо собственников недвижимости, право оспорить и установить в размере рыночной КС имеется у некоторой доли арендаторов. Согласно Постановлению Пленума Верховного Суда РФ от 30.06.2015 года №28, арендаторы муниципальной или

государственной собственности также имеют право обратиться с заявлением в государственное бюджетное учреждение (далее – ГБУ), если КС используется при расчете арендной платы [4]. Со вступлением в силу Федерального закона №321-ФЗ от 08.08.2024 года, величина арендной платы за пользование государственной и муниципальной собственности определяется на основании величины КС, условия для аренды государственного имущества претерпели изменения. По этой причине также возрастает и количество случаев оспаривания КС со стороны арендаторов такой недвижимости.

Таким образом, исследование вопросов организационно-методического обеспечения судебных экспертов, связанное со спорами в сфере ГКО, является актуальным и представляет научный и практический интерес.

Рассмотрим статистику судебного оспаривания результатов определения КС в Воронежской области за 2025 год. В качестве источника информации взят официальный сайт Воронежского областного суда [5]. Результаты представлены ниже (см. табл. 1).

Таблица 1

**Оспаривание кадастровой стоимости объектов недвижимости в Воронежской области за 2023-2025 годы в судебном порядке**

Квартал	Удовлетворено, п / %	Удовлетворено частично, п	Не удовлетворено, п / %	Без рассмотрения, п	На рассмотрении, п	Общее, п
<b>2023</b>						
<b>I</b>	84 / 85,7%	2	11 / 11,2%	1	0	98
<b>II</b>	136 / 94,4%	1	6 / 4,2%	1	0	144
<b>III</b>	223 / 93,3%	0	15 / 6,3%	1	0	239
<b>IV</b>	185 / 92%	3	13 / 6,5%	0	0	201
<b>ИТОГО</b>	628 / 92,1%	6	45 / 6,6%	3	0	682
<b>2024</b>						
<b>I</b>	181 / 91,9%	3	13 / 6,6%	0	0	197
<b>II</b>	203 / 91%	3	17 / 7,6%	0	0	223
<b>III</b>	180 / 92,3%	0	15 / 7,7%	0	0	195
<b>IV</b>	94 / 91,3%	0	8 / 7,8%	1	0	103
<b>ИТОГО</b>	658 / 91,6%	6	53 / 7,4%	1	0	718
<b>2025</b>						
<b>I</b>	37 / 90,2%	1	2 / 4,9%	1	0	41
<b>II</b>	42 / 84%	1	1 / 2%	6	0	50
<b>III</b>	40 / 80%	5	1 / 2%	3	1	50
<b>IV</b>	40 / 46,5%	5	5 / 5,8%	2	34	86
<b>ИТОГО</b>	159 / 70%	12	9 / 4%	12	35	227
<b>2023 - 2025</b>						
<b>Общее</b>	1445 / 88,8%	24	107 / 6,6%	16	35	1627

Общее количество судебных исков за весь исследуемый период составило 1627, удовлетворенных полностью из них – 1445, или 88,8% от общего числа и 107 неудовлетворенных, или 6,6%. Большой процент удовлетворенных заявлений был в 2023 году, наибольший процент неудовлетворенных – в 2024 году.

Наибольшее количество заявлений, рассмотренных в Воронежском областном суде, пришлось на 2024 год. Это связано с началом применения актуальных результатов определения КС.

В 2023 и 2025 годы 1 квартал являлся наименее активным, а в 3 и 4 кварталы проявлялась наибольшая результативность. В то же время в 2024 году ситуация полностью противоположная.

Статистика 2025 года отличается от двух предыдущих лет по причине 70 продолжающихся судебных процессов.

Законом о ГКО было предусмотрено оспаривание результатов определения КС Статьей 22. Федеральным законом №269-ФЗ от 31.07.2020 года была введена Статья 22.1 [6]. До вступления в силу Федерального закона №513-ФЗ от 28.12.2025 года, 01.01.2026 года должен был завершиться переходный период к применению Статьи 22.1, однако теперь субъекты РФ могут перейти на новый порядок без установленных временных рамок [7]. Следовательно, оспаривание КС недвижимости в Российской Федерации не было приведено к единому стандарту.

Рассмотрим основные отличия положений Статей 22 и 22.1 (см. табл. 2).

Таблица 2

**Сравнительный анализ положений Статей 22 и 22.1 Федерального закона №237-ФЗ от 03.07.2016 года в актуальной редакции**

Показатель сравнения	Статья 22	Статья 22.1
Сроки подачи заявления об оспаривании/установлении в размере рыночной (далее – заявление об оспаривании)	До дня начала применения результатов новой ГКО	До снятия объекта недвижимости с государственного кадастрового учета
Ответственные за рассмотрение заявлений об оспаривании (досудебное)	Комиссия, созданная при правительстве субъекта	Государственное бюджетное учреждение
Дата, на которую оспаривается КС	Дата определения	Дата составления отчета об оценке рыночной стоимости объекта
Возможность оспорить КС, минуя досудебный порядок	Имеется	Отсутствует
Предмет оспаривания в суде	Величина КС	Решение государственного бюджетного учреждения

Отметим, право оспорить величину КС сразу в судебном порядке, минуя досудебный, при применении Статьи 22, есть, в то время как в Статье 22.1 вышесказанная возможность отсутствует. Сместим фокус на предметы, оспариваемые в суде, по причине их различия.

В субъектах РФ, применяющих модель оспаривания Статьи 22, предметом искового заявления является требование об установлении КС в размере рыночной. При применении Статьи 22.1 оспаривается решение ГБУ. Из-за разных предметов в иске, различаются в том числе и вопросы, на которые должен дать судебный эксперт в результате своих изысканий и производстве заключения.

Согласно Постановлению Пленума Верховного Суда №28 от 30.06.2015 года, суд может поставить перед экспертом вопрос о соответствии отчета об оценке, выполненного оценщиком, требованиям федеральных стандартов оценки (далее – ФСО), отсутствии или наличии нарушений методологии оценки или иных ошибках.

Постановка вопросов различается из-за необходимости различить предмет искового заявления. Следует отметить, что между вопросами имеется взаимосвязь: в случае положительного ответа судебным экспертом на первый вопрос суда, рассмотрение второго вопроса не требуется. Заметим, что указание на размер рыночной стоимости должно указываться в случае истребования такового истцом [8].

Закон о ГКО является нормативным правовым актом, регламентирующим процедуру государственной кадастровой оценки, в том числе и оспаривание. Анализируя организационно-методическое обеспечение судебного оспаривания КС, необходимо

рассмотреть также иные нормативные правовые акты, имеющие отношение к вопросу (см. табл. 3).

Таблица 3

**Организационное обеспечение процедуры оспаривания кадастровой стоимости в судебном порядке**

Нормативный правовой акт	Что регулирует
КАС РФ (Ст. 49, 151, 155, 77-78, 245-249)	Понятие, права и обязанности судебного эксперта; Основания и порядок назначения экспертизы; Закрепляет право собственников/арендаторов/органов власти обратиться в суд с административным иском об оспаривании результатов определения КС или об оспаривании решений бюджетного учреждения; Подсудность эксперта; Основания для пересмотра КС; Содержание искового заявления.
Закон о ГКО	Необходимость прохождения досудебного порядка при оспаривании до обращения в суд, необходимые документы
Федеральный закон №135-ФЗ от 29.07.1998 года «Об оценочной деятельности в Российской Федерации»	Регламентирует стандарты оценочной деятельности, которых должен придерживаться судебный эксперт при производстве экспертизы
Федеральный закон №73-ФЗ от 31.05.2001 года «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации»	Права и обязанности судебного эксперта; Производство повторной, дополнительной, комиссионной экспертиз; Заключение эксперта/комиссии экспертов.
УК РФ (Ст. 285-286, 290, 307, 310)	Ответственность судебного эксперта
Постановления Пленума Верховного Суда РФ	Разъяснения вопросов судов о рассмотрении дел

Итак, если взять за точку отчета вступление в силу 26 июля 2010 года Федерального закона №167-ФЗ, с появлением регулирования процедуры оспаривания КС в Федеральном законе №135-ФЗ от 29.07.1998 года, за пятнадцать лет планомерного формирования организационного обеспечения оспаривания КС в судебном порядке, была подробно регламентированы обязанности и деятельность судебного эксперта и государственных судебно-экспертных учреждений [9,10].

Федеральные стандарты оценки (далее – ФСО) являются методическим обеспечением оценочной деятельности в целом, и применяются при оспаривании КС, в частности. Отчет оценщика, подаваемый в ГБУ, и заключение судебного эксперта должны соответствовать требованиям ФСО, поэтому подлежат анализу (см. табл. 4).

Таблица 4

**Методическое обеспечение процедуры оспаривания кадастровой стоимости в судебном порядке**

<b>Федеральный стандарт оценки</b>	<b>Примечание</b>
ФСО N I «Структура федеральных стандартов оценки и основные понятия, используемые в федеральных стандартах оценки»	Основные понятия и структура ФСО
ФСО N II «Виды стоимости»	Определены виды стоимости
ФСО N III «Процесс оценки»	Установление допущений (не противоречащим и противоречащим фактам), ограничения оценки, получение и работа с информацией
ФСО N IV «Задание на оценку»	Информация, отраженная в задании на оценку
ФСО N V «Подходы и методы оценки»	Подходы и методы, применяемые при оценке
ФСО N VI «Отчет об оценке»	Требования к содержанию отчета
ФСО N 7 «Оценка недвижимости»	Объекты оценки, общие требования к проведению оценки недвижимости, дополнительная информация в задании на оценку (в дополнение к ФСО IV), последовательность анализа рынка, анализ наиболее эффективного использования, уточнения по применению подходов к оценке, согласование результатов оценки

Важно, что ФСО в первую очередь являются методическим обеспечением оценочной деятельности в целом, и в вопросе оспаривания должно затрагивать только отчет оценщика, то есть при досудебном оспаривании. В реальности ФСО применяется и при производстве заключения судебного эксперта. Более того, в Обзоре судебной практики N 4 от 26.12.2018 года, отмечена обязательность применения ФСО – в случае неиспользования, заключение не может являться доказательством [11].

Следовательно, оценщики и судебные эксперты, несмотря на различающиеся цели их работы, требования и обязанности, имеют переплетающееся методологическое обеспечение. Отчет об оценке – это результат оценочной деятельности, а заключение судебного эксперта – доказательство, имеющее равную силу другим доказательствам по делу. Что происходит в действительности – это частичное отождествление деятельности профессионалов из разных областей науки.

В ФСО № I-VI и № 7 подробно установлены требования к процессу оценки и составлению отчета. Судебному эксперту необходимо опираться в том числе на ФСО N IV и ФСО N VI, так как судебному эксперту необходимо проверить отчет на соответствие методологии. Поскольку ФСО применяется и оценщиками, и судебными экспертами, общая методическая база обеспечивает проверяемость выводов оценщиков и экспертов [12]. Это является положительной чертой, и от этого нельзя отказываться, однако деятельность должна быть разграничена и расширено методическое обеспечение судебного эксперта.

Таким образом, в организационном обеспечении судебного оспаривания КС регламентирован процесс по обоим моделям оспаривания при применении Статей 22 и 22.1, что позволяет продлить переходный период со старого порядка на новый. Однако из-за изменений в законодательстве, процедура так и не перешла к единой модели, из-за чего формирование единой судебной практики все так же затруднено. Вместе с тем, для экспертов, ведущих деятельность в одном субъекте РФ, или в которых применяется один и тот же порядок оспаривания, это не создает трудностей. ФСО, как методическое

обеспечение, не было затронуто изменениями, а потому методика составления отчета оценщиком осталась прежней, а главным отличием отчета в зависимости от применения Статьи 22 и 22.1 является дата, на которую он составляется. Вместе с тем, по-прежнему отсутствует отличия в методологическом обеспечении судебных экспертов и оценщиков.

### Список литературы

1. Федеральный закон №321-ФЗ от 08.08.2024 года «О внесении изменений в статьи 39.7 и 65 Земельного кодекса Российской Федерации и статью 3 Федерального закона «О государственной кадастровой оценке» // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_482567/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_482567/), Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 26.03.2026).

2. Федеральный закон от 03.07.2016 №237-ФЗ «О государственной кадастровой оценке» (в ред. от 28.12.2025 г.) // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_200504/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_200504/), Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 26.03.2026).

3. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 года №136-ФЗ (ред. от 30.01.2026 г.) // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_33773/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/), Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 26.03.2026).

4. Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 30.06.2015 года №28 «О некоторых вопросах, возникающих при рассмотрении судами дел об оспаривании результатов определения кадастровой стоимости объектов недвижимости» // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_181899/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_181899/), Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 26.03.2026).

5. Официальный сайт Воронежского областного суда [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://oblsud--vrn.sudrf.ru/> (дата обращения: 07.05.2026).

6. Федеральный закон №269-ФЗ от 31.07.2020 года «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_358790/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358790/), Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 26.03.2026).

7. Федеральный закон от 28.12.2025 год №513-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_523042/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_523042/), Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 26.03.2026).

8. Кодекс административного судопроизводства Российской Федерации от 08.03.2015 года №21-ФЗ (ред. от 29.12.2025 г., с изм. от 11.02.2026 г.) // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_176147/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_176147/), Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 26.03.2026).

9. Федеральный закон от 22.07.2010 года №167-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "Об оценочной деятельности в Российской Федерации" и отдельные законодательные акты Российской Федерации» // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_102852/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_102852/), Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 26.03.2026).

10. Федеральный закон от 29.07.1998 года №135-ФЗ «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» (в ред. от 31.07.2025 г.) // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]:

Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19586/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19586/), Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 26.03.2026).

11. Обзор судебной практики Верховного Суда Российской Федерации N 4 (2018) (утв. Президиумом Верховного Суда РФ 26.12.2018) (ред. от 01.06.2022) // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_314991/ff2f906f391981cacd5d76548ee995fe2cb3ef/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_314991/ff2f906f391981cacd5d76548ee995fe2cb3ef/), Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 07.05.2026).

12. Справочная информация: "Федеральные стандарты оценки" (Материал подготовлен специалистами КонсультантПлюс) // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_126896/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_126896/), Загл. С экрана. – Яз. Рус. (дата обращения: 26.03.2026).

### List of references

1. Federal Law No. 321-FZ of August 8, 2024, "On Amending Articles 39.7 and 65 of the Land Code of the Russian Federation and Article 3 of the Federal Law 'On State Cadastral Valuation'" // ConsultantPlus [Electronic resource]: Access mode: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_482567/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_482567/), Title: from the screen. – Lang: RU. (accessed: 26/03/2026).

2. Federal Law No. 237-FZ of July 3, 2016 "On State Cadastral Valuation" (as amended on December 28, 2025) // ConsultantPlus [Electronic resource]: Access mode: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_200504/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_200504/), Title: from the screen. – Lang: RU. (accessed: 26/03/2026).

3. Land Code of the Russian Federation No. 136-FZ of October 25, 2001 (as amended on January 30, 2026) // ConsultantPlus [Electronic resource]: Access mode: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_33773/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/), Title: from the screen. – Lang: RU. (accessed: 26/03/2026).

4. Resolution of the Plenum of the Supreme Court of the Russian Federation No. 28 dated June 30, 2015, "On Certain Issues Arising in the Consideration by Courts of Cases Challenging the Results of the Determination of the Cadastral Value of Real Estate Objects" // ConsultantPlus [Electronic resource]: Access mode: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_181899/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_181899/), Title: from the screen. – Lang: RU. (accessed: 26/03/2026).

5. Official website of the Voronezh Regional Court [Online]: Access mode: <https://oblsud-vrn.sudrf.ru/>, Title: from the screen. – Lang: RU. (accessed: 07/05/2026).

6. Federal Law No. 269-FZ of July 31, 2020 "On Amending Certain Legislative Acts of the Russian Federation" // ConsultantPlus [Electronic resource]: Access mode: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_358790/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358790/), Title: from the screen. – Lang: RU. (accessed: 26/03/2026).

7. Federal Law No. 513-FZ of December 28, 2025, "On Amending Certain Legislative Acts of the Russian Federation" // ConsultantPlus [Electronic resource]: Access mode: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_523042/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_523042/), Title: from the screen. – Lang: RU. (accessed: 26/03/2026).

8. Code of Administrative Procedure of the Russian Federation No. 21-FZ of March 8, 2015 (as amended on December 29, 2025, with amendments as of February 11, 2026) // ConsultantPlus [Electronic resource]: Access mode: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_176147/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_176147/), Title: from the screen. – Lang: RU. (accessed: 26/03/2026).

9. Federal Law No. 167-FZ of July 22, 2010 "On Amending the Federal Law 'On Valuation Activities in the Russian Federation' and Certain Legislative Acts of the Russian Federation" // ConsultantPlus [Electronic resource]: Access mode:

[https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_102852/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_102852/), Title: from the screen. – Lang: RU. (accessed: 26/03/2026).

10. Federal Law No. 135-FZ of July 29, 1998, “On Valuation Activities in the Russian Federation” (as amended on July 31, 2025) // ConsultantPlus [Electronic resource]: Access mode: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19586/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19586/), Title: from the screen. – Lang: RU. (accessed: 26/03/2026).

11. Review of the Case Law of the Supreme Court of the Russian Federation No. 4 (2018) (approved by the Presidium of the Supreme Court of the Russian Federation on December 26, 2018) (revised on June 1, 2022) // ConsultantPlus [Electronic resource]: Access mode: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_314991/ff2f906f391981cacd5d76548ee995fe2cb3ef/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_314991/ff2f906f391981cacd5d76548ee995fe2cb3ef/), Title: from the screen. – Lang: RU. (accessed: 07/05/2026).

12. Reference information: “Federal Valuation Standards” (Material prepared by ConsultantPlus specialists) // ConsultantPlus [Electronic resource]: Access mode: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_126896/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_126896/), Title: from the screen. – Lang: RU. (accessed: 26/03/2026).

Научное издание

# **СТРОИТЕЛЬСТВО И НЕДВИЖИМОСТЬ**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Выпуск № 3 (24), 2026

Дата выхода в свет: 10.06.2026.

Объем данных 26,6 Мб