



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

ISSN 2949-3749 (Online)

СТРОИТЕЛЬСТВО И НЕДВИЖИМОСТЬ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Выпуск № 4 (19), 2025

ISSN 2949-3749 (Online)

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

СТРОИТЕЛЬСТВО И НЕДВИЖИМОСТЬ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Выпуск № 4 (19), 2025

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

Журнал издается 6 раз в год

СТРОИТЕЛЬСТВО И НЕДВИЖИМОСТЬ

Редакционная коллегия

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

Члены редакционной коллегии

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

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

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

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

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

© Строительство и недвижимость, 2025

© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2025

Вступительное слово главного редактора журнала «Строительство и недвижимость»

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

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

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

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

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

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



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

Мищенко В.Я.

СОДЕРЖАНИЕ

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ

- Матренинский С. И., Старцева С. А., Чернухина Е. Ю., Арсентьев Д. И.** 6
Особенности применения вербально-числовой шкалы Харрингтона для
оценки состояния жилых зданий

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

- Иванова И. А., Каргашилов Д. В., Сушко Е. А., Сивков Д. Ю.** 12
Описание технологической последовательности работ при возведении
объектов на примере проекта строительства многоквартирного жилого дома
- Казаков Д. А., Жадобин И. Д., Батищев А. А., Алещенко Д. С.** 19
3D-печать в строительстве: устойчивая инновация или этап развития?
- Мясищев Р. Ю., Понявина Н. А., Сергеев Ю. Д., Сергеева А. Ю.** 25
Анализ качества структурных соединений строительных конструкций при
проведении строительно-технической экспертизы
- Сергеева А. Ю., Сергеев Ю. Д., Понявина Н. А., Чечин К. А.** 32
К вопросу составления технического заключения о состоянии зданий при
проведении строительно-технической экспертизы
- Николенко С. Д., Федотов К. В.** 41
Анализ проектных решений несущих конструкций жилого дома
- Сергеев Ю. Д., Мясищев Р. Ю., Сергеева А. Ю., Понявина Н. А.** 48
Ключевые аспекты к подходу обследования строительных объектов в рамках
строительно-технической экспертизы

УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

- Горбанева Е. П., Казакова Е. Д.** 56
Применение системы SMART как инструмента повышения эффективности
управления строительными проектами
- Иванова И. А., Каргашилов Д. В., Тертышный С. А., Паршина А. П.** 62
Особенности экспертизы технического состояния АБК промышленных
объектов

Мещерякова О. К., Мещерякова М. А., Боголепова В. Ю., Арников А. Е. 70
Перспективы развития пеллетного топлива как альтернативного источника энергии в России

Николенко С. Д., Казаков Д. А. 76
К вопросу обеспечения безопасности сооружений котельных зального типа

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Мещерякова О. К., Мещерякова М. А., Боголепова В. Ю. 83
Особенности безопасного и эффективного внедрения государственно-частного партнерства при строительстве атомных объектов

Нерозина С. Ю., Коровкина А. И. 90
Концептуальные пути развития цифровой экономики региона

Нерозина С. Ю., Шишкина В. А. 98
Тенденции развития рынка загородной недвижимости в России: преимущества и недостатки

Чеснокова Е. А., Чесноков А. С., Писарева Ю. М., Пашенцева А. А. 104
Оценка социальной эффективности инвестиционного проекта строительства на примере детского сада

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ

УДК 711.58:332.1

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕРБАЛЬНО-ЧИСЛОВОЙ ШКАЛЫ ХАРРИНГТОНА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

С. И. Матренинский, С. А. Старцева, Е. Ю. Чернухина, Д. И. Арсентьев

Матренинский Сергей Иванович, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: gso09@yandex.ru

Старцева Светлана Алексеевна, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бПГС-221, E-mail: starceva036@yandex.ru

Чернухина Елизавета Юрьевна, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бПГС-221, E-mail: elizaveta.tchernuhina@yandex.ru

Арсентьев Даниил Игоревич, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мСЭН-241, E-mail: arsentyev556@gmail.com

Аннотация: в статье отмечается закономерность снижения через определенный период времени потребительской ценности объектов городских территорий (здания, сооружения, инженерная инфраструктура, парки, скверы и др.). Приведена системная модель участка городской территории. В качестве показателей эффективности, характеризующих состояние объектов городских территорий, рассматриваются показатели их физического износа, морального (функционального) износа, технической комфортности. Так как для жилых зданий, располагаемых на территории городов и населенных пунктов, отсутствует нормативная документация для определения морального (функционального) износа, технической комфортности, то предлагается метод их определения посредством математического моделирования с применением вербально-числовой шкалы Харрингтона. Предложен модифицированный вид вербально-числовой шкалы Харрингтона, позволяющий получить детальные характеристики показателей морального износа и технической комфортности для жилых зданий.

Ключевые слова: жилые здания, оценка состояния, физический и моральный износ, комфортность, реновация, моделирование, шкала Харрингтона.

FEATURES OF USING VERBAL-NUMERICAL SCALES IN ASSESSING THE STATE OF URBAN AREAS

S. I. Matreninsky, S. A. Startseva, E. Y. Chernukhina, D. I. Arsentyev

Matreninsky Sergey Ivanovich, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, Organization of Construction, Expertise and Management of Real Estate, E-mail: gso09@yandex.ru

Startseva Svetlana Alekseevna, Voronezh State Technical University, student of the group bPGS-221, E-mail: starceva036@yandex.ru

Chernukhina Elizaveta Yurievna, Voronezh State Technical University, student of the group bPGS-221, E-mail: elizaveta.tchernuhina@yandex.ru

Arsentyev Daniil Igorevich, Voronezh State Technical University, Master's student gr. mSEN-241, E-mail: arsenyev556@gmail.co

Abstract: the article points out the regularity of decrease in the consumer value of urban territories' objects (buildings, structures, engineering infrastructure, parks, public gardens, etc.) after a certain period of time. The indicators of physical deterioration, moral (functional) deterioration, and technical comfort are considered as performance indicators characterizing the state of objects of urban territories. Since there is no normative documentation for determining the moral (functional) deterioration, technical comfort for residential buildings located on the territory of cities and settlements, the method of their determination by means of mathematical modeling with the use of verbal-numerical Harrington scale is proposed. A modified form of Harrington verbal-numerical scale is proposed, which allows to obtain detailed characteristics of technical comfort indicators for residential buildings. A modified form of Harrington verbal-numerical scale is proposed, which allows to obtain detailed characteristics of indicators of moral deterioration and technical comfort for residential buildings.

Keywords: urban areas, assessment of condition, physical and moral deterioration, comfort, renovation, modeling, Harrington scale.

Территории современных городов и населенных пунктов, включающие значительное количество различных объектов - здания, сооружения, инженерная инфраструктура, набережные, парки и др. - с течением времени накапливают в себе различные дефекты, устаревают, перестают соответствовать современным нормам и требованиям.

Ключевыми проблемами в области поддержания эксплуатационных свойств жилых зданий является разнообразие и высокая трудоёмкость работ по обновлению и реновации жилищного фонда. С течением времени срок службы жилых домов сокращается, а моральный и физический износ увеличиваются, что приводит к необходимости проведения их многоаспектной реновации, реализуемой методами текущего ремонта, капитального ремонта, реконструкции, сноса и др. [1-3].

При этом комплексная многоаспектная реновация жилых зданий рассматривается как совокупность возможных действий, технических и технологических решений, направленных на значительное снижение или ликвидацию их физического и морального износа [2].

Эффективность реализации многоаспектной реновации должна обеспечиваться современными подходами к планированию производства ремонтных, реконструкционных и др. работ.

Чтобы обеспечить поддержание требуемых эксплуатационных свойств наиболее значимых объектов городских территорий - жилых зданий (рис. 1) необходимо осуществлять мониторинг и оценку их состояния посредством применения действующих методик, а в ряде случаев, разработкой новых корректных методик - при отсутствии нормативных.

Градостроительное образование (ГСО) (So)

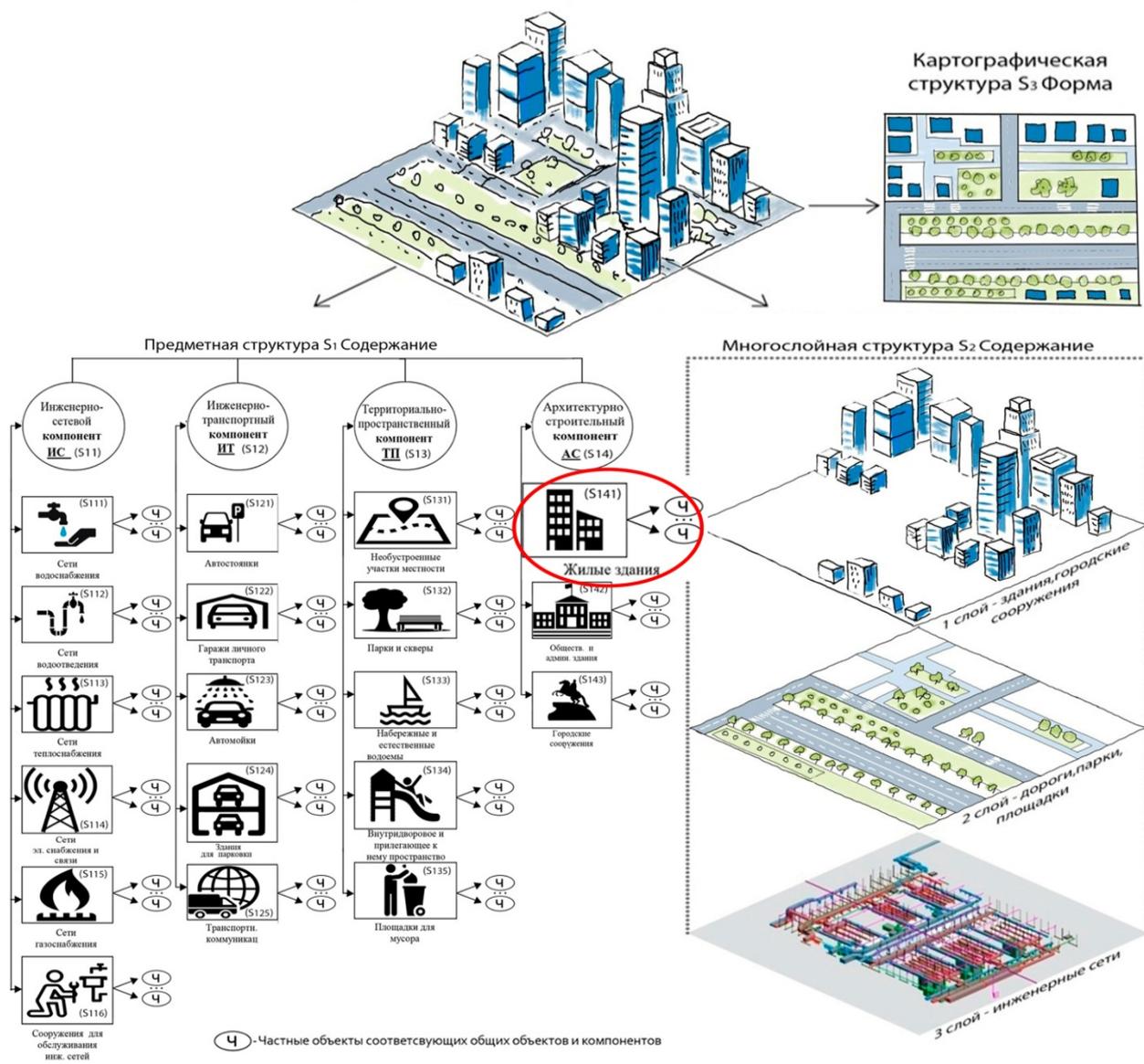


Рис. 1. Системная модель участка городской территории с наиболее значимыми объектами - жилыми зданиями

Основными эксплуатационными характеристиками жилых зданий является их физический износ, моральный (функциональный) износ, а также техническая комфортность - величина, определяемая по совокупности физического и морального износов [1,2].

Техническая комфортность определяется как удобство технического построения среды обитания социума, оцениваемая степенью ее соответствия санитарно-гигиеническим нормам, правилам и стандартам безопасности, устанавливаемым, при необходимости, квалифицированными специалистами-экспертами [2].

Физический износ жилого здания можно определить согласно нормативному документу ВСН 53-86 (р) «Правила оценки физического износа зданий».

Так как для определения морального износа и технической комфортности жилых зданий отсутствуют нормативные документы, для подсчета данных показателей были разработаны специальные методики [1,3].

В основу методики определения показателя морального износа жилых зданий было положено математическое моделирование в виде совокупности геометрической

интерпретации самого показателя морального износа, метода экспертных оценок и вербально-числовой шкалы Харрингтона [1,3-4].

Шкала Харрингтона может применяться практически во всех областях, поскольку удобна в своем применении и адаптируема под конкретный запрос. Например, в научных исследованиях, в оценке знания материала, при проведении социальных опросов, в бизнесе, в медицине, в экономике, и в том числе, в градостроительстве.

Оценочная шкала Харрингтона является универсальным инструментом для измерения в лингвистическом и числовом диапазонах характеристик исследуемых процессов и объектов, а также для перевода установленных показателей из одной системы измерений в другую (см. табл. 1) [4-5].

Таблица 1

Числовые интервалы шкалы Харрингтона и их лингвистическая оценка

Лингвистическая шкала	Численное значение
Очень хорошо	0,8 - 1
Хорошо	0,63 – 0,8
Удовлетворительно	0,37 – 0,63
Плохо	0,2 – 0,37
Очень плохо	0 – 0,2

Универсальность вербально-числовой шкалы Харрингтона позволила взять её за основу при разработке наименований градаций критериев для определения показателей морального износа и технической комфортности объектов городских территорий, в частности, жилых зданий. Учитывая, что шкала Харрингтона содержит 5 лингвистических и числовых градаций, представляется возможным ввести в неё ещё столбец, соответствующий лингвистическим характеристикам, но только в балльной форме (см. табл. 2).

Таблица 2

Модифицированная вербально-числовая шкала Харрингтона для характеристики и определения морального износа жилых зданий

Лингвистические оценки	Балльные оценки	Числовые оценки
Очень высокий – «очень плохо»	5	0,8 - 1
Высокий - «плохо»	4	0,63 – 0,8
Средний – «удовлетворительно»	3	0,37 – 0,63
Низкий – «хорошо»	2	0,2 – 0,37
Очень низкий - «отлично»	1	0 – 0,2

Введение подобных 3-х столбчатых шкал позволит экспертам оценивать показатели морального износа и технической комфортности жилых зданий в привычном балльном исчислении с установлением, при необходимости, средней балльной оценки (см. табл. 3).

Таблица 3

Модифицированная вербально-числовая шкала Харрингтона для характеристики и определения технической комфортности жилых зданий

Лингвистические оценки	Балльные оценки	Числовые оценки
Очень высокая – «отлично»	5	0,8 - 1
Высокая - «хорошо»	4	0,63 – 0,8
Средняя – «удовлетворительно»	3	0,37 – 0,63
Низкая – «плохо»	2	0,2 – 0,37
Очень низкая - очень плохо»	1	0 – 0,2

Подробная методика расчета морального износа и технической комфортности жилых зданий приведена в работах [1,6].

Таким образом, использование модифицированных видов вербально-числовой шкалы Харрингтона способствует реализации экспертного метода оценки жилых зданий по моральному (функциональному) износу и технической комфортности, что обеспечивает принятие обоснованных и эффективных решений для обновления территорий массовой жилой застройки.

Список литературы

1. Matreninsky, S. I. Methodological Approach to the Substantiation of the Form of Compact Build-Up Development Areas with the Aim of their Renovation / S. I. Matreninsky, V. Y. Mischenko // WSEAS Transactions on Systems. – 2016. – Vol. 15, No. 1. – P. 28-38.
2. Мищенко, В. Я. Системный подход к принятию решений по многоаспектной реновации городских территорий / В. Я. Мищенко, Д. К. Проскурин, С. И. Матренинский, М. А. Горемыкин // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2020. – № 8(740). – С. 101-110.
3. Matreninsky, S. I. Methodological Approach to the Classification of Areas of Compact Built-Up Development Areas for Selecting Variants of Actions and Sequence of Technical and Technological Solutions for the Renovation of these Areas / S. I. Matreninsky, V. Ya. Mishchenko, I. E. Spivak // WSEAS Transactions on Environment and Development. – 2016. – Vol. 12. – P. 108-117.
4. Harrington E.C. Industr. The desirable function. Quality Control. 1965. V. 21. N 10, pp. 494-498.
5. Шарманов, В. В. Использование преобразованной функции желательности Харрингтона для расчета индекса качества строительного производства / В. В. Шарманов, М. А. Романович, Т. Л. Симанкина [и др.] // Инженерный вестник Дона. – 2023. – № 10(106). – С. 343-358.
6. Matreninsky, S. I. The Systemic Approach to Modeling of Compact Build-Up Development Areas and Planning of their Renovation / S. I. Matreninsky, V. Ya. Mishchenko, E. M. Chernyshov // International Journal of Energy and Environmental Engineering. – 2015. – Vol. 6, No. 9. – P. 32-43.

List of references

1. Matreninsky, S. I. A methodological approach to substantiating the shape of compact development territories for the purpose of their renovation / S. I. Matreninsky, V. Yu. Mishchenko // Proceedings of the World Economic Forum on Systems. – 2016. – Volume 15, No. 1. – pp. 28-38.
2. Mishchenko, V. Ya. A systematic approach to decision-making on the multidimensional renovation of urban areas / V. Ya. Mishchenko, D. K. Proskurin, S. I. Matreninsky, M. A.

Goremykin // News of Higher educational institutions. Construction. – 2020. – № 8(740). – Pp. 101-110.

3. Matreninsky S. I., Mishchenko V. Ya., Spivak I. E. Methodological approach to classification of territories of compact development for selection of options of actions and sequence of technical and technological solutions for renovation of these territories // Proceedings of the World Economic Forum on Environment and Development. – 2016. – Volume 12. – pp. 108-117.

4. Harrington E.S. Industry. A desirable feature. Quality control. 1965. Vol. 21. No. 10, pp. 494-498.

5. Sharmanov, V. V. Using the transformed Harrington desirability function to calculate the quality index of construction production / V. V. Sharmanov, M. A. Romanovich, T. L. Simankina [et al.] // Engineering Bulletin of the Don. – 2023. – № 10(106). – Pp. 343-358.

6. Matreninsky, S. I. A systematic approach to modeling compact development territories and planning their renovation / S. I. Matreninsky, V. Ya. Mishchenko, E. M. Chernyshov // International Journal of Energy and Environmental Engineering. – 2015. – Volume 6, No. 9. – pp. 32-43.

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 69:05

ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ОБЪЕКТОВ НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА МНОГОКВАРТИРНОГО ЖИЛОГО ДОМА

И. А. Иванова, Д. В. Каргашилов, Е. А. Сушко, Д. Ю. Сивков

Иванова Ирина Александровна, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности, E-mail: ivanova-eco@mail.ru

Каргашилов Дмитрий Валентинович, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности, E-mail: kargashil@mail.ru

Сушко Елена Анатольевна, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности, E-mail: u00075@vgasu.vrn.ru

Сивков Дмитрий Юрьевич, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мКНС-232, E-mail: sivkovdim17@yandex.ru

Аннотация: в статье подробно изложен технологический порядок выполнения работ при сооружении многоквартирного жилого здания на примере конкретного проекта производства работ (ППР). Освещаются основные этапы строительства: подготовка площадки, создание фундамента, монтаж каркасной конструкции, выполнение наружных и внутренних отделочных работ, монтаж инженерных систем. Также уделяется внимание внедрению современных технологий и материалов, которые способствуют увеличению производительности и обеспечению безопасности строительного процесса. Материал статьи ориентирован на профессионалов в строительной сфере, проектировщиков и руководителей строительных проектов, а также на студентов профильных направлений. Практические советы и выводы, основанные на разборе реального проекта, могут оказаться полезными для повышения качества и надежности возведения многоквартирных домов.

Ключевые слова: технологическая последовательность, возведение объектов, многоквартирный жилой дом, проект производства работ (ППР).

DESCRIPTION OF THE TECHNOLOGICAL SEQUENCE OF WORKS IN THE CONSTRUCTION OF FACILITIES USING THE EXAMPLE OF A MULTI-APARTMENT RESIDENTIAL BUILDING CONSTRUCTION PROJECT

I. A. Ivanova, D. V. Kargashilov, E. A. Sushko, D. Yu. Sivkov

Ivanova Irina Alexandrovna, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technosphere and Fire Safety, E-mail: ivanova-eco@mail.ru

Kargashilov Dmitry Valentinovich, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technosphere and Fire Safety, E-mail: kargashil@mail.ru

Sushko Elena Anatolyevna, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technosphere and Fire Safety, E-mail: u00075@vgasu.vrn.ru

Sivkov Dmitry Yuryevich, Voronezh State Technical University, Master's student, group mKNS-232, E-mail: sivkovdima17@yandex.ru

Abstract: the article provides a detailed description of the technological process for carrying out construction work in the construction of a multi-apartment residential building, using a specific project of work production (PPR) as an example. It discusses the main stages of construction: site preparation, foundation creation, framework assembly, external and internal finishing works, and the installation of engineering systems. Attention is also paid to the implementation of modern technologies and materials that contribute to increased productivity and ensure the safety of the construction process. Organizational issues are addressed, including the coordination of activities among various contractors and resource planning. The material of the article is aimed at professionals in the construction industry, designers, and construction project managers, as well as students in relevant fields. Practical advice and conclusions are based on.

Keywords: technological sequence, construction of facilities, multi-apartment residential building, work production project (PPR).

Возведение многоквартирного жилого дома представляет собой многоэтапный процесс, который требует тщательного соблюдения технологий и стандартов. Для лучшего понимания всех стадий проекта рассмотрим технологическую последовательность работ на примере конкретного плана производства работ (ППР) для многоквартирного здания.

Строительство дома осуществляется с помощью одного монтажного крана, что позволяет эффективно проводить все необходимые работы. Применяемая организационно-технологическая схема подразумевает наличие единого участка строительства. В процессе строительных работ, которые совмещаются с монтажом конструкций, учитываются все требования и меры по обеспечению безопасности. Каждая группа исполнителей регулярно переходит к следующему этапу только после завершения текущего и полной готовности фронта работ для последующего этапа.

Работы выполняются по поточному методу с применением комплексной механизации всех процессов и активным использованием высокопроизводительных машин и механизмов. В рамках ППР необходимо уточнить список используемых строительных машин, определить потребность в малой механизации и инвентаре, а также разработать технологии и безопасные методы выполнения работ с учетом соответствующих сроков.

Для выполнения планировочных работ в проекте предусмотрены экскаваторы ЭО-33211 и бульдозер ДТ-75 (модель механизма может быть уточнена в проекте производства работ). Избыточный грунт будет вывозиться автомобилями КАМАЗ на отвал по указанию заказчика. Земляные работы должны проводиться с соблюдением установленных требований [1]. При эксплуатации бульдозера запрещается выполнять работы в зоне забоя, а работники не должны находиться в пределах 5 метров от радиуса его действия. Уплотнение грунта в насыпи осуществляется слоями толщиной 20-30 см с использованием пневматической трамбовки ИП-4503.

Перед началом земляных работ необходимо отключить и вырезать действующие наземные и подземные вводы (выпуски) электроснабжения, водопровода и канализации, получив письменное разрешение от организаций, которые эксплуатируют эти коммуникации. Они также должны уточнить их расположение. Если в ходе земляных работ будут обнаружены действующие подземные коммуникации, не указанные на чертеже, работы следует приостановить и вызвать представителей служб заказчика для решения о дальнейшем продолжении. В рамках данного проекта предусмотрены выкорчевка и спилка деревьев [1].

При монтаже сборных конструкций и оснований планируется использование автомобильного крана КС-65719-5К-2 «Клинцы». Опалубка для монолитных железобетонных конструкций должна изготавливаться и использоваться в соответствии с утвержденным проектом производства работ. Все работы по строительству подземных частей сооружений должны выполняться с соблюдением регламентирующих требований.

После завершения гидроизоляции подземных конструкций выполняется обратная засыпка пазух бульдозером местным грунтом с послойным уплотнением с помощью малогабаритных катков или трамбовок. Вблизи строительных конструкций уплотнение осуществляется с использованием электротрамбовок или ручных трамбовок слоями по 0,2-0,3 м до достижения плотности 1,6 т/м³. Необходимо обеспечить стабильность засыпанных конструкций и гидроизоляционных покрытий.

Перед началом строительно-монтажных работ требуется отключить и вырезать вводы (выпуски) газа, электроэнергии, водоснабжения и другие коммуникации, а также выполнить подготовительные действия. Генеральный подрядчик должен гарантировать доступ к месту разгрузки изделий. Установка надземных конструкций разрешается только после завершения работ по подземной части и прокладки всех коммуникаций. Работы должны проводиться в соответствии с проектной документацией, а ответственность за процесс работы крана должна быть назначена конкретному лицу. Для монтажа строительных конструкций будет использоваться гусеничный кран ДЭК 631А «ЧЕЛЯБИНЕЦ» (длина стрелы 36 м, грузоподъемность 63 т) (рис. 1).

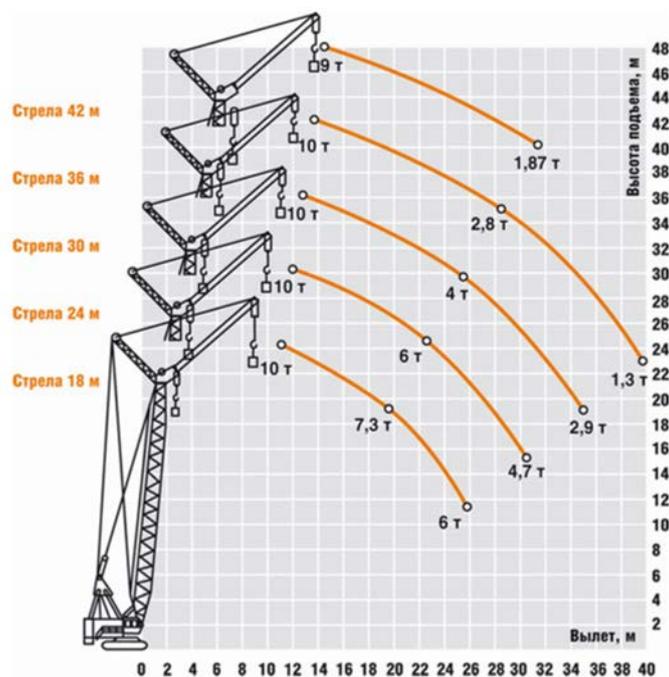


Рис. 1. Возможности крана от высоты и длины стрелы

Необходимо использовать ограждения или предохранительные пояса при возведении стен:

- на высоту до 0,7 м от рабочего настила;

- если расстояние от уровня кладки до поверхности земли превышает 1,3 м. Опасные зоны вокруг строящихся объектов и в местах, где происходит перемещение грузов, должны быть ограждены сигнальным забором, как указано в [2].

Также вблизи действующих путей перемещения работников устанавливаются границы зоны работы крана. Эта зона должна быть обозначена хорошо заметными знаками: днем - флажками, а ночью - лампочками, расположенными на высоте 4 метра от земли. Если опасная зона, связанная с работой крана, выходит за пределы установленного ограждения, то по согласованию с местными организациями (районным архитектором, ГИБДД, управлением городского транспорта, пожарной инспекцией и др.) должно быть дополнительно установлено временное сигнальное ограждение с предупреждающими знаками о работе крана, согласно. При этом необходимо принимать меры для уменьшения опасной зоны действия крана, среди которых:

Установить сплошное ограждение, прикрепленное к наружным стенам здания или к временным трубчатым лесам, размещаемым рядом со зданием [3,4,5].

Высота защитного ограждения должна составлять не менее 3 м от уровня верхней части наружных стен.

На лесах установить два защитных настила и обгородить наружные стороны лесов тканой сеткой. Закрыть все оконные и дверные проемы защитными конструкциями.

Согласно РД-11-06-2007, опасная зона определяется по формуле: $0,5V_{гр} + L_{гр} + X$ (м), где расстояние отлета груза – X указан в таблице 1.

Таблица 1

Расстояние отлета груза

Высота возможного падения груза (предмета), м	Минимальное расстояние отлета груза (предмета), м (X)	
	Перемещаемого крана	Падающего со здания
До 10	4	3,5
До 20	7	5
До 70	10	7
До 120	15	10
До 200	20	15
До 300	25	20
До 450	30	25

Опасная зона вычисляется по формуле: $0,5 \times 3,5 + 7 + 7 = 15,75$ м, а радиус определяется следующим образом: $R_{оп} = 28 + 15,75$ $R_{оп} = 17 + 13,45 = 30,45$ м.

В процессе выполнения работ потребуется использовать монтажные и грузозахватные устройства, а также инструменты и конструкции, рекомендованные ЦНИОМТП, ВНИПИ ПСК и трестами Оргтехстрой, согласно РД-10-33-93. Подачу материалов на крышу следует осуществлять с использованием монтажного крана.

Установка и приемка кровельных работ должны соответствовать строительным нормам и стандартам. Сначала необходимо обеспечить выходы на крышу, установить вентиляционные шахты и водосточные воронки, а затем приступить к монтажу рулонной кровли. Подачу утеплителей, раствора и других материалов также следует выполнять с помощью монтажного крана. Укладка рулонной кровли должна проводиться участками в пределах водоразделов, последовательно клея каждый слой, начиная с более низких участков. При приемке кровли должен проводиться поэтапный контроль качества для каждого слоя с записью в журнале работ и составлением актов на скрытые работы. После завершения кровельных работ устанавливается молниезащита.

Работы выполняемые перед началом отделки:

1. Защита отделяемых помещений от атмосферных осадков;
2. Организация гидроизоляции, тепло- и звукоизоляции и выравнивание стяжки по перекрытиям;
3. Герметизирование швов между блоками и панелями»;
4. Заделка и изолирование места сопряжений оконных и дверных блоков;
5. Остекление световых проемов;
6. Создание теплового контура.

Оштукатуривание и облицовка (по проекту) поверхностей в местах установки изделий санитарно-технических систем должны быть завершены до их монтажа. В зимних условиях конструкции монтируются теми же методами, что и летом. Наледь удаляют скребками и щетками или прогревают участки с помощью инфракрасных горелок. Использование воды или пара для этого запрещено. Рабочие места, проходы и проезды должны периодически очищаться от снега и наледи и посыпаться песком. Для обеспечения нормального твердения бетона и раствора требуется добавление противоморозной добавки - нитрата натрия. При температуре в первые десять суток укладки бетона или раствора не ниже -20°C допускается использование нитрата натрия.

Количество противоморозной добавки, которое обеспечивает раннее твердение и высокую прочность в дальнейшем, должно составлять 10% от веса цемента в осенне-зимний период, независимо от температуры. В весенний период дозировка определяется по соответствующей таблице 2. Учитывая применение противоморозных добавок, окончательная прочность конструкции составит 85% от марки бетона (раствора), поэтому при заказе бетона необходимо скорректировать его марку.

Таблица 2

Расчет противоморозной добавки при текущей температуре наружного воздуха

Противоморозная добавка	Количество противоморозной добавки % при текущей температуре наружного воздуха		
	До -5°C	До -15°C	До -20°C
Нитрат натрия	5	10	10

Запрещается устанавливать конструкции на замерзший раствор. Подробные аспекты технологии и организации строительных процессов, а также вопросы охраны труда и техники безопасности должны быть учтены в проекте производства работ (ППР).

При проведении строительно-монтажных работ необходимо предотвратить попадание поверхностных вод в траншею и сократить временные интервалы между ее разработкой, укладкой и засыпкой до минимума.

Алгоритм установки канализационных стояков и гребенок:

1. Определение мест размещения стояков;
2. Монтаж стояка;
3. Герметизация монтажных соединений на стояке с использованием смоляной пакли;
4. Фиксация стояков;
5. Установка гребенок;
6. Заполнение монтажных стыков увлажненным цементом.

Канализационные стояки устанавливаются вертикально, начиная с нижних участков, избегая изгибов в местах раструбов.

После завершения основных строительно-монтажных работ, прокладки внутриплощадочных инженерных сетей приступаем к благоустройству территории:

1. Строительство асфальтобетонных дорог и проездов;
2. Монтаж бетонных отмосток;

3. Озеленение отдельных участков пространства.

Для формирования котлована под асфальтобетонные дороги используются бульдозеры и экскаваторы. Грунт вывозится на свалку, затем основание выравнивается до проектной отметки, и производится послойная засыпка песком с уплотнением. Далее укладывается щебеночное основание с уплотнением. Устройство нижнего слоя основания толщиной 26 см из фракционированного щебня предполагает выполнение работ по методу заклинки, что осуществляется в два слоя, каждый из которых выполняется в два этапа:

1. Производится распределение слоя щебня основной фракции, его предварительное уплотнение с использованием самоходных катков;
2. Распределяется расклинивающая фракция щебня с последующим окончательным уплотнением самоходными катками.

Общее количество проходов катка по одной траектории должно составлять минимум 30: 10 проходов - после распределения основной фракции и 20 - после распределения расклинивающей фракции. После завершения подготовки песчано-щебеночного основания выполняется укладка асфальтобетонного покрытия толщиной 100 мм, состоящего из двух слоев: нижнего (60 мм) и верхнего (40 мм) с помощью асфальтоукладчика. Озеленение, учитывая небольшие объемы, выполняется вручную с использованием привозного растительного грунта.

Строительство многоквартирного жилого дома - это многоуровневый процесс, требующий точной организации и соблюдения технологических последовательностей. Каждая стадия работ имеет свою специфическую значимость, и только комплексный подход обеспечит успешное завершение проекта в установленные сроки с гарантией качества. Документы, такие как проект производства работ (ППР), играют заключительную роль в этой цепочке, гарантируя выполнение работ согласно плану.

Список литературы

1. СП 45.13330.2017. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87 - Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, 2017 – 171 с.
2. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87. – Введ. 2013-07-01. – М.: Госстрой : ФАУ, 2013. – 408 с.
3. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть I. Общие требования / ФГУ ЦОТС Госстрой России.- М.: Стройиздат, 2001.
4. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть II. Строительное производство. Требования / ФГУ ЦОТС Госстрой России.- М.: Стройиздат, 2001.
5. СП 48.13330.2019. Свод правил. Организация строительства (Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004). Утвержден Приказом Минстроя России от 24.12.2019 № 861/пр – М.: 2019 – 192 с.

List of references

1. SP 45.13330.2017. Earthworks, foundations and bases. Updated version of SNiP 3.02.01-87 - Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation, 2017 - 171 p.
2. SP 70.13330.2012. Load-bearing and enclosing structures. Updated version of SNiP 3.03.01-87. - Introduced 2013-07-01. - M.: Gosstroy: FAU, 2013. - 408 p.
3. SNiP 12-03-2001. Occupational Safety in Construction. Part I. General Requirements / FGU TsOTS Gosstroy of Russia.- M.: Stroyizdat, 2001.
4. SNiP 12-04-2002. Occupational Safety in Construction. Part II. Construction Production. Requirements / FGU TsOTS Gosstroy of Russia.- M.: Stroyizdat, 2001.

5. SP 48.13330.2019. Code of Practice. Organization of Construction (Updated version of SNiP 12-01-2004). Approved by the Order of the Ministry of Construction of Russia dated 24.12.2019 No. 861/pr - M.: 2019 – 192 s.

УДК 69.001.5

3D-ПЕЧАТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: УСТОЙЧИВАЯ ИННОВАЦИЯ ИЛИ ЭТАП РАЗВИТИЯ?

Д. А. Казаков, И. Д. Жадобин, А. А. Батищев, Д. С. Алешенко

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

Жадобин Илья Дмитриевич, Воронежский государственный технический университет, студент гр. СУЗ-201, E-mail: zhadobin15@gmail.ru

Батищев Александр Алексеевич, Воронежский государственный технический университет, студент гр. СУЗ-201, E-mail: sashok_na_pasashok03@mail.ru

Алешенко Даниил Семенович, Воронежский государственный технический университет, студент гр. СУЗ-201, E-mail: daniilalesenko455@gmail.com

Аннотация: 3D-печать в строительстве представляет собой перспективное направление, открывающее широкие возможности для проектирования и возведения высотных и большепролётных сооружений. Эта инновационная технология позволяет значительно ускорить процесс строительства, сократить материальные затраты и снизить объёмы строительных отходов. Важным преимуществом 3D-печати является способность создавать сложные архитектурные формы, которые трудно или невозможно реализовать с применением традиционных методов. Кроме того, внедрение этой технологии способствует автоматизации строительных процессов и повышению их эффективности. В статье подробно рассматриваются основные достоинства 3D-печати, приводятся реальные примеры её успешного применения в архитектурной практике, а также анализируются существующие проблемы и вызовы. Среди них особое внимание уделяется отсутствию единой нормативной базы, ограниченным возможностям масштабирования и необходимости адаптации проектных решений под особенности аддитивного производства.

Ключевые слова: 3D-печать, строительные инновации, архитектурное проектирование, автоматизация, строительные технологии.

3D PRINTING IN CONSTRUCTION: SUSTAINABLE INNOVATION OR A STAGE OF DEVELOPMENT

D. A. Kazakov, I. D. Zhadobin, A. A. Batishev, D. S. Aleshenko

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

Zhadobin Ilya Dmitrievich, Voronezh State Technical University, student gr. SUZ-201, E-mail zhadobin15@gmail.ru

Batishev Aleksandr Alekseevich, Voronezh State Technical University, student gr. SUZ-201, E-mail: sashok_na_pasashok03@mail.ru

Aleshenko Daniil Semenovich, Voronezh State Technical University, student gr. SUZ-201, E-mail: daniilalesenko455@gmail.com

Abstract: 3D printing in construction is a promising field that opens up vast opportunities for designing and erecting high-rise and long-span structures. This innovative technology can significantly accelerate the construction process, reduce material costs, and minimize construction waste. A key advantage of 3D printing is its ability to create complex architectural forms that are difficult or impossible to achieve using traditional methods. Moreover, the adoption of this technology promotes the automation of construction processes and enhances their efficiency. The article examines in detail the main advantages of 3D printing, provides real-world examples of its successful applications in architectural practice, and analyzes existing challenges and limitations. Among these, particular attention is given to the lack of unified regulatory standards, limited scalability options, and the need to adapt design solutions to the specifics of additive manufacturing.

Keywords: 3D printing, construction innovations, architectural design, automation, construction technologies.

Представьте себе строительную площадку без кранов, опалубки и шума бетонных миксеров. Вместо сотен рабочих - одна-две роботизированные руки, которые послойно выкладывают бетон строго по цифровой модели. Здания «вырастают» за считанные дни, а отходы сводятся к минимуму. Хотя трёхмерная (3D) печать зданий пока кажется элементом научной фантастики, первые реализованные проекты уже стоят в Шанхае, Дубае и Остине. Возникает вопрос: сможет ли аддитивное строительство вытеснить традиционные методы при возведении небоскрёбов и мостов с большими пролётами?

Суть технологии заключается в послойном нанесении цементно-песчаной или геополлимерной смеси по заданной траектории. Управление процессом осуществляется программным обеспечением с точностью до миллиметра. Если изначально печатались только одноэтажные прототипы, то сейчас внимание переключилось на многоэтажные здания и крупные элементы инфраструктуры, такие как арки, балки и мосты.

Среди ключевых преимуществ можно выделить значительное сокращение сроков строительства. Пилотный проект компании WinSun в Китае показал, что десять модульных домов площадью 200 квадратных метров можно напечатать за 24 часа [1]. Аналогичные эксперименты компании ICON в Техасе демонстрируют сокращение строительного цикла с восьми–двенадцати месяцев до двух–четырёх недель для малоэтажного жилья.

Также наблюдается серьёзная экономия бюджета. По оценке консалтинговой компании McKinsey & Company, аддитивное возведение каркаса снижает прямые затраты на 30–60 процентов за счёт отказа от опалубки, снижения трудозатрат до 80 процентов в человеко-часах и точной дозировки материала, где потери составляют менее одного процента [2].

Дополнительное преимущество - архитектурная свобода. Криволинейные фасады, вентилируемые ячеистые структуры и плавные изгибы без подпорок - всё это возможно реализовать при помощи печати. Для традиционного строительства потребовалась бы сложная опалубка и ручная доработка, что существенно повышает стоимость.

С экологической точки зрения технология также эффективна. Количество отходов снижается до 95 процентов, используются локальные материалы, включая переработанные компоненты и грунт, что уменьшает транспортный след. Аддитивное производство требует меньше энергии по сравнению с заводским изготовлением бетонных блоков, а значит, сокращает и выбросы углекислого газа (CO₂) [3].

Среди реализованных проектов - административное здание Office of the Future в Дубае, напечатанное за 17 дней при экономии около 140 тысяч долларов на строительномонтажных работах [4]; пешеходный мост MX3D Bridge в Амстердаме, выполненный из нержавеющей стали роботизированными сварочными рукавами [5]; жилой дом Project Milestone в Эйндховене, ставший первым арендным объектом из пяти запланированных в

рамках серии 3D-печатных зданий [6]; и дом Icon ‘House Zero’ в Остине с напечатанными за 10 дней стенами, выполняющими функцию аккумуляторов тепла (см. табл. 1).

Таблица 1

От экспериментальных домиков - к высоткам и мостам

Объект	Локация	Тип	Характеристика	Год
Office of the Future	Дубай	Административное здание	250 м ² , печать за 17 дней, экономия \$140 000 строительно-монтажных работ	2016
MX3D Bridge	Амстердам	Пешеходный мост	12,5 м, нержавеющая сталь, роботизированные руки сварщики печатали in situ	2021
Project Milestone	Эйндховен	Жилой дом	Первое арендуемое 3D печатное здание из пяти запланированных	2023
Icon ‘House Zero’	Остин	2-х этажный дом	Стены аккумуляторы тепла, интегрированные каналы инженерки - печать за 10 дней	2023

Тем не менее, технология сталкивается с рядом вызовов. Первый из них — нормативная неопределённость. Во многих странах отсутствуют стандарты прочности для слоистого бетона, поэтому сертификация объектов происходит в индивидуальном порядке. Это сдерживает банковское финансирование и страхование [8].

Второе ограничение - высотный предел. Современные принтеры могут печатать конструкции высотой до 12 метров. Для строительства небоскрёбов, превышающих 100 метров, необходимы легкие композитные материалы, многоуровневая оснастка или гибридные схемы, включающие печатные оболочки и стальной каркас [9].

Третья проблема - инженерные коммуникации. Электроснабжение, водоснабжение и системы вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC) встраиваются вручную уже после печати, что снижает скорость и эффективность. Швейцарская Высшая техническая школа Цюриха (ETH Zurich) тестирует технологию объединения печати и протяжки кабеля одним манипулятором, однако до коммерческого внедрения остаётся не менее трёх–пяти лет [10].

Климат также накладывает ограничения. В условиях жары цемент слишком быстро схватывается, а при низких температурах процесс печати останавливается. В регионах с холодными зимами используются тёплые шатры, что увеличивает стоимость проекта на 8–12 процентов [11].

С экономической точки зрения сравнительный анализ для жилого здания в 17 этажей и площадью 10 тысяч квадратных метров показывает, что гибридная схема - печатный каркас с заводскими модулями - способна снизить затраты по сравнению с традиционным монолитом, особенно в регионах с высокой стоимостью рабочей силы и логистики [12].

Будущее аддитивного строительства связано с инновациями в материалах, таких как базальтовый и карбоновый бетон, а также геополимерные смеси, которые способны улавливать углекислый газ в процессе твердения. Также перспективна концепция «роя» командных беспилотных летательных аппаратов, разработанная в Имперском колледже Лондона. Квадрокоптеры, управляемые лазерной системой навигации (LIDAR), могут синхронно напечатать купол диаметром шесть метров за 200 минут [13].

Интеграция инженерных сетей также развивается. Прототип, разработанный институтом Фраунгофера (Fraunhofer IBI), объединяет бетонную печать и укладку гибких

труб, позволяя формировать каналы в момент создания слоя и отказываясь от трудоёмкой штробы [14].

Наконец, появляются и первые стандарты. В 2024 году Американское общество по испытаниям и материалам (ASTM) выпустило черновой стандарт для оценки прочности сцепления бетонных слоёв. Европейский союз (ЕС) намерен включить аналогичные требования в нормативный документ Eurocode 2 к 2027 году, что откроет возможность для ипотечного финансирования зданий, построенных методом печати [15].

Таким образом, трёхмерная печать в строительстве перестаёт быть лишь экспериментом. Пешеходные мосты уже эксплуатируются, а жилые дома с напечатанными стенами получают ипотечное финансирование в США. Несмотря на существующие ограничения, высокая скорость, снижение затрат и архитектурная гибкость делают эту технологию серьёзным конкурентом традиционному строительству. По мере развития композитных бетонов, многоуровневых принтеров и нормативной базы, можно ожидать, что в ближайшие 10–20 лет небоскрёбы и мосты будут не строиться, а печататься.

Список литературы

1. Понявина, Н. А. Инновационные решения при строительстве в Арктике / Н. А. Понявина, М. О. Земцов, Е. С. Тепикин // Современная наука: от теории к практике : сборник статей Международной научно-практической конференции, Пенза, 25 марта 2024 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2024. – С. 39-42.

2. Быковская, Н. Е. Анализ геосинтетических материалов, применяемых в дорожном строительстве / Н. Е. Быковская, Е. В. Зайцев, Н. Е. Толстых // Строительство и реконструкция: Сборник научных статей 4-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 27 мая 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 68-72.

3. Глущенко, Р. С. Обеспечение безопасности жизнедеятельности на строительной площадке / Р. С. Глущенко, Е. В. Зайцев, Н. Е. Толстых // Современные перспективы развития гибких производственных систем в промышленном гражданском строительстве и агропромышленном комплексе : сборник научных статей Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 26 мая 2023 года / Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова. Том 2. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 20-22.

4. Зайцев, Е. В. Реконструкция мостов как требование безопасности / Е. В. Зайцев, Н. Е. Толстых // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК: сборник научных статей Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 15 марта 2023 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И. И.Иванова, 2023. – С. 208-211.

5. Глущенко, Р. С. Цели и задачи проектно-изыскательных работ / Р. С. Глущенко, Е. В. Зайцев, Н. Е. Толстых // Технологии, машины и оборудование для проектирования, строительства объектов АПК: сборник научных статей 2-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 14 марта 2024 года. – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2024. – С. 144-147.

6. Гримальо, П. М. 3D принтер в строительстве. В кн.: Профессионализм – основа успешной карьеры: Сборник трудов II Межрегиональной научно-практической конференции учащихся и студентов/ под ред. В. С. Лысогорского, В. А. Разумовского. – М.: ГБПОУ МЦО, 2015. - С. 341-342.

7. ICON - 3D Technology. ICON develops advanced construction technologies that advance humanity by using 3D printing robotics, software and advanced materials. URL: <https://www.iconbuild.com> (дата обращения: 01.06.2025).

8. Цифровая трансформация в строительной отрасли России [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-stroitelnoy-otrasli-rossii>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 30.05.2025).
9. Грахов, В. П. Влияние развития 3D-технологий на экономику строительства / В. П. Грахов, С. А. Мохначев, О. В. Бороздов // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 11-12. С. 2673-2676.
10. Кудрявцева, И. С. 3D принтеры в строительстве / И. С. Кудрявцева, А. А. Месяченко // *Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета*. Серия: Инновации в строительстве. 2016. № 2. С. 38-41.
11. Торшин, А. О. Перспективы использования 3D-принтера в строительстве / А. О. Торшин, Е. Н. Потапова // *Успехи химии и химической технологии*. 2016. № 7 (176). С. 118-120.
12. Иноземцев, А. С. Современная теория и практика технологии бетонов для 3D-печати в строительстве // *Вестник МГСУ*. 2024. Т. 19. № 2. С. 216–245.
13. Пустовгар А. П. Международный опыт исследований в области аддитивного строительного производства / А. П. Пустовгар, Л. А. Адамцевич, А. О. Адамцевич // *Жилищное строительство*. 2023. № 11. С. 4–10.
14. Ватин, Н. И. 3D-печать в строительстве / Н. И. Ватин, Л. И. Чумадова, И. С. Гончаров, В. В. Зыкова, А. Н. Карпеня, А. А. Ким и др. // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2017. No1 (52). С. 27–46.
15. Конопляный бетон. Сказки от российских ученых и суровая реальность от производителя [Электронный ресурс]: Режим доступа URL: <https://dzen.ru/a/ZQrRxNFGoFh1d6be>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 23.05.2025).

List of references

1. Ponyavina, N. A. Innovative solutions for construction in the Arctic / N. A. Ponyavina, M. O. Zemtsov, E. S. Tepikin // *Modern science: from theory to practice : collection of articles of the International Scientific and Practical Conference, Penza, March 25, 2024*. Penza: Science and Education (IP Gulyaev G. Yu.), 2024, pp. 39-42.
2. Bykovskaya, N. E. Analysis of geosynthetic materials used in road construction / N. E. Bykovskaya, E. V. Zaitsev, N. E. Tolstykh // *Construction and reconstruction: Collection of scientific articles of the 4th All-Russian Scientific and Practical Conference of Young scientists, graduate students, masters and bachelors, Kursk, May 27, 2022 of the year*. Kursk: Southwestern State University, 2022, pp. 68-72.
3. Glushchenko, R. S. Ensuring the safety of life on the construction site / R. S. Glushchenko, E. V. Zaitsev, N. E. Tolstykh // *Modern prospects for the development of flexible production systems in industrial civil engineering and the agro-industrial complex : collection of scientific articles of the All-Russian Scientific and Technical Conference of Young Scientists, graduate students, masters and bachelors, Kursk, May 26, 2023 / Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov. Volume 2*. Kursk: Closed Joint–Stock Company "University Book", 2023, pp. 20-22.
4. Zaitsev, E. V. Reconstruction of bridges as a safety requirement / E. V. Zaitsev, N. E. Tolstykh // *Technologies, machines and equipment for the design and construction of agricultural facilities: collection of scientific articles of the International Scientific and Technical Conference of Young Scientists, graduate students, masters and bachelors, Kursk, March 15, 2023*. Kursk: Kursk State Agricultural Academy named after I. I. Ivanov, 2023, pp. 208-211.
5. Glushchenko, R. S. Goals and objectives of design and survey work / R. S. Glushchenko, E. V. Zaitsev, N. E. Tolstykh // *Technologies, machines and equipment for the design and construction of agricultural facilities: collection of scientific articles of the 2nd International*

Scientific and Technical Conference of Young Scientists, graduate students, masters and bachelors, Kursk, March 14, 2024. Kursk: ZAO Universitetskaya Kniga, 2024, pp. 144-147.

6. Grimailo, P. M. 3D printer in construction. In: Professionalism is the basis of a successful career: Proceedings of the II Interregional Scientific and Practical Conference of Pupils and Students/ edited by V. S. Lysogorsky, V. A. Razumovsky. Moscow: GBPOU MTSO, 2015. pp. 341-342.

7. ICON - 3D Technology. ICON develops advanced construction technologies that advance humanity by using 3D printing robotics, software and advanced materials. URL: <https://www.iconbuild.com> (date of request: 06/01/2025).

8. Digital transformation in the Russian construction industry [Electronic resource]: Available at URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-stroitelnoy-otrasli-rossii>, Title. From the screen. – In Russian (accessed: 05/30/2025).

9. Grakhov, V. P. The impact of the development of 3D technologies on the construction economy / V. P. Grakhov, S. A. Mokhnachev, O. V. Borozdov // Fundamental Research. 2014. No. 11-12. pp. 2673-2676.

10. Kudryavtseva, I. S. 3D printers in construction / I. S. Kudryavtseva, A. A. Montenko // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Innovations in construction. 2016. No. 2. pp. 38-41.

11. Torshin, A. O. Prospects of using a 3D printer in construction / A. O. Torshin, E. N. Potapova // Successes of chemistry and chemical technology. 2016. No. 7 (176). pp. 118-120.

12. Inozemtsev, A. S. Modern theory and practice of concrete technology for 3D printing in construction // Bulletin of MGSU. 2024. Vol. 19. No. 2. pp. 216-245.

13. Pustovgar A. P. International research experience in the field of additive construction production / A. P. Pustovgar, L. A. Adamtsevich, A. O. Adamtsevich // Housing construction. 2023. No. 11. pp. 4-10.

14. Vatin, N. I. 3D printing in construction / N. I. Vatin, L. I. Chumadova, I. S. Goncharov, V. V. Zykova, A. N. Karpenya, A. A. Kim et al. // Construction of unique buildings and structures. 2017. No1 (52). pp. 27-46.

15. Hemp concrete. Fairy tales from Russian scientists and harsh reality from the manufacturer [Electronic resource]: Access mode URL: <https://dzen.ru/a/ZQRxNFGoFh1d6be> , Title. From the screen. – In Russian (accessed: 05/23/2025).

УДК 658.5: 624

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА СТРУКТУРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Р. Ю. Мясичев, Н. А. Понявина, Ю. Д. Сергеев, А. Ю. Сергеева

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

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

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

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

Аннотация: обследование сварных, заклепочных и болтовых соединений является важной частью строительной экспертизы. Правильная оценка состояния этих соединений необходима для обеспечения надежности и безопасности строительных конструкций. В этой статье рассматриваются основные методы обследования, типичные дефекты и рекомендации по их устранению. В работе систематизированы основные причины повреждений металлических конструкций, представлена типология дефектов и определены наиболее проблемные участки, подлежащие тщательному обследованию. Тема является актуальной, т.к. важность обеспечения прочности и надежности строительных конструкций, где соединения играют ключевую роль в общем состоянии объектов, влияет на надежность всего строительного объекта. В данной статье рассматриваются ключевые методы обследования соединений, включая визуальный контроль. Работа подчеркивает необходимость комплексного подхода к обследованию соединений, учитывающего как технические характеристики материалов, так и эксплуатационные условия. Это позволит повысить безопасность и долговечность строительных объектов.

Ключевые слова: строительно-техническая экспертиза, соединения металлических конструкций, дефекты, эксплуатация, узловые соединения, болтовые соединения.

QUALITY ANALYSIS OF STRUCTURAL JOINTS OF BUILDING STRUCTURES DURING CONSTRUCTION AND TECHNICAL EXPERTISE

R. Yu. Myasishchev, N. A. Ponyavina, Yu. D. Sergeev, A. Yu. Sergeeva

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

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

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

Sergeeva Alla Yurievna, Voronezh State Technical University, Candidate of technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technology, Organization of Construction, Expertise and Real Estate Management, E-mail: 933047@mail.ru

Annotation: inspection of welded, riveted and bolted joints is an important part of the construction expertise. Proper assessment of the condition of these joints is necessary to ensure the reliability and safety of building structures. This article reviews the main examination methods, typical defects, and recommendations for their elimination. The paper systematizes the main causes of damage to metal structures, presents a typology of defects, and identifies the most problematic areas to be thoroughly examined. The topic is relevant because the importance of ensuring the strength and reliability of building structures, where joints play a key role in the overall condition of facilities, affects the reliability of the entire construction site. This article discusses the key methods of joint inspection, including visual inspection. The work highlights the need for an integrated approach to joint inspection that takes into account both the technical characteristics of the materials and the operating conditions. This will improve the safety and durability of construction sites.

Key words: construction and technical expertise, joints of metal structures, defects, operation, nodal joints, bolted joints.

При проведении строительно-технической экспертизы большое внимание уделяется вопросам обследованию сварных, заклепочных и болтовых соединений. Это происходит потому, что структурные соединения являются критически важными элементами зданий и сооружений [1, 2]. Сварные, заклепочные и болтовые соединения обеспечивают надежность конструкции, а также ее устойчивость к нагрузкам различного вида. Это обеспечивает объект надежностью, устойчивостью и всеми технико-эксплуатационными свойствами, которые необходимы стройобъекту для долгосрочного функционирования. Однако со временем и под воздействием внешней среды они могут подвергаться различным воздействиям, что приводит к снижению прочности и надежности [3]. Рассмотрим ключевые методы обследования соединений, включая визуальный контроль.

Наибольшее внимание уделяется нормам, предусматривающий контроль за стоянием соединений. Полученные результаты обследований требуются для оценки технического состояния конструкции и объекта в целом. Контроль состояния сварных швов, заклепочных и болтовых соединений должен осуществляться специалистами на постоянной основе. Эти элементы являются наиболее ответственными узлами металлоконструкций, где чаще всего возникают дефекты, приводящие к снижению несущей способности [4, 5]. Регулярный мониторинг позволяет своевременно выявлять такие повреждения, как трещины, коррозия, ослабление затяжки или нарушение геометрии соединений. Особое внимание следует уделять зонам повышенной нагрузки, температурным швам и местам с агрессивным воздействием окружающей среды.

Для обеспечения достоверности результатов необходимо применять комплекс методов контроля - от визуального осмотра до современных средств неразрушающего тестирования, включая ультразвуковой, магнитопорошковый и радиографический контроль. Систематическая проверка соединений с соблюдением нормативных требований является обязательным условием безопасной эксплуатации строительных конструкций. Анализ

состояния металлоконструкций позволил определить ключевые проблемные участки, наиболее подверженные образованию дефектов и иницированию процессов разрушения. Основными зонами риска выступают соединения элементов и области их примыкания. Характерным примером служат стальные кровельные системы, где трещинообразование преимущественно наблюдается: в стыковых соединениях накладных элементов, фасонных деталях поясов несущих ферм, узлах подстропильных конструкций [6]. Особенно интенсивно дефекты развиваются в элементах, испытывающих растягивающие напряжения, что обусловлено особенностями работы материала, при таких видах нагружения (рис. 1).



Рис. 1. Виды соединения конструкций

Проверка сварных соединений: ключевые этапы и методы.

Осмотр сварных швов – одна из самых важных процедур, поскольку именно шов и прилегающая зона чаще всего подвержены коррозии и образованию трещин [7]. Процесс обследования включает несколько этапов.

1. Очистка и визуальный осмотр. Поверхность шва очищается от загрязнений и шлака. Следующим этапом проводится детальный осмотр для выявления трещин, наплывов и других дефектов.

2. Измерение геометрических параметров шва. Определяются катеты и размеры швов с помощью специальных инструментов. Это могут быть: шаблоны Красовского универсальный, шаблоны Ушера-Маршака, измерительные скобы и линейки для углов (рис. 2). Данные длины швов (сплошных и прерывистых) получают в следствии замера обычной линейкой.

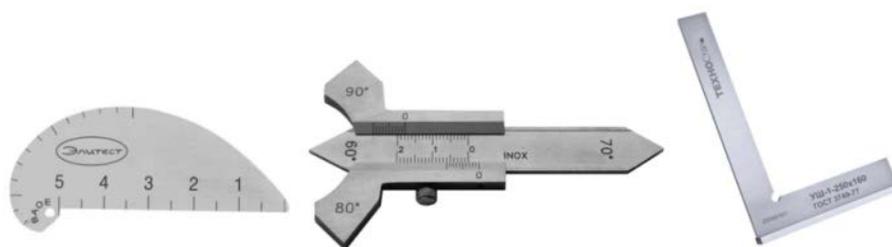


Рис. 2. Инструменты измерений геометрических параметров шва

3. При необходимости более точной диагностики применяются физические методы контроля, а именно с применением ультразвука, электромагнита, рентгена и тд. Эти исследования проводятся специализированными организациями под наблюдением специалистов [8].

Обследование заклёпочных соединений включает следующие этапы.

1. Визуальный осмотр. Проверяется общее состояние соединений, наличие коррозии, деформаций и механических повреждений. Обращается внимание на ржавые подтёки под головками заклёпок и скопление пыли, что может свидетельствовать о неплотности.

2. Проверка зазоров и неплотностей. Зазоры между элементами контролируются с помощью набора щупов (рис. 3). Особое внимание уделяется местам прилегания головок заклёпок к металлу.



Рис. 3. Набор измерительных щупов

3. Контроль подвижности заклёпок. Проверяется, нет ли люфта или смещения заклёпок при механическом воздействии. Подвижные заклёпки подлежат замене или дополнительной подтяжке (если конструкция это допускает).

Для осуществления проверки болтовых соединений выполняются следующие этапы.

1. Осмотр соединений на внешние дефекты. Визуально производится оценка состояния шайб, гаек и болтов. Далее фиксируются следы коррозии, повреждений и отсутствие элементов крепежа. Для данного этапа не требуется дополнительного специального оборудования.

2. Контроль качества затягивания. Данный метод основан на том, что лёгким молотом (до 0,5 кг) простукивают болты и гайки. Аналогично, как и с проверкой сварных соединений, по звуку определяется качество затяжки.

3. Проверка натяжения высокопрочных болтов. Данный контроль осуществляется двумя методами: методом поворота гайки и с помощью метода крутящего момента. Первый метод основан на том, что ключом проворачивают гайку на 10 от начального положения. Для осуществления метода крутящего момента потребуется тарированный ключ (рис.4).



Рис. 4. Тарированный динамометрический ключ

С помощью него проверяют момент затяжки болтов. Зачастую проверяют приблизительно 10% болтов в узле, но не менее двух штук.

4. Проверка поверхности на наличие разрушений, а именно - оценка состояния антикоррозионного покрытия и обнаружение ржавчины возле головок болтов и гаек.

Точная оценка состояния соединений играет главную роль в безопасности и долговечности строительных конструкций. Контроль за состоянием зачастую осуществляется с использованием современных технологий, что позволяет своевременно находить дефекты, тем самым снижая вероятность поломок, непредвиденных ситуаций и увеличивая срок эксплуатации объектов [9].

Таким образом, своевременная проверка соединений, использование специализированных методов и оборудования являются основой надёжности и безопасности строительных конструкций [10, 11]. Подведя итог исследованию можно с уверенностью сказать, что обследование сварных, заклепочных и болтовых соединений при проведении строительной экспертизы является не мало важным аспектом в строительстве.

Список литературы

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

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

3. Мясичев, Ю. В. Разработка модели мониторинга промышленной и экологической безопасности по объективной оценке состояния нагрузок и несущей способности конструкций / Ю. В. Мясичев, А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Р. Ю. Мясичев // Строительство и недвижимость. - Воронеж, 2018. - №1-1 (2). - С. 63-67.

4. Мясичев, Ю. В. Прогнозирование строительного производства в системе стратегического планирования / Ю. В. Мясичев, Р. Ю. Мясичев, Ю. Д. Сергеев // Сборник научных статей. Проблемы современных экономических, правовых и естественных наук в России - синтез наук в конкурентной экономике. Реферативный сборник статей по материалам VII Международной научно-практической конференции. 2018. - С.11 - 13.

5. 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.

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

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

8. Мищенко, В. Я. Стохастические алгоритмы в решении многокритериальных задач оптимизации распределения ресурсов при планировании строительного-монтажных работ / В. Я. Мищенко, Д. И. Емельянов, А. А. Тихоненко, Р. В. Старцев // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Сер: Строительство и архитектура - Воронеж, 2012. - №1. - С. 92-97.

9. Мищенко, В. Я. Прогнозирование темпов износа жилого фонда на основе мониторинга дефектов строительных конструкций / В. Я. Мищенко, П. А. Головинский, Д. А. Драпалюк // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Сер: Строительство и архитектура. - 2009. - №4. - С. 111-117.

10. 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.

11. Мищенко, В. Я. Реконструкция жилого района с элементами внедрения энергоэффективности / В. Я. Мищенко, А. С. Чесноков, Д. А. Андреищев, // Строительство и недвижимость. - 2020. - №1(5). - С. 27-31.

List of references

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

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

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

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

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

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

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

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

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

10. Ponyavina, N. A. Analysis of the principles of application of 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. - No. 1 (61). - pp. 40-52.

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

УДК 658.5: 624

К ВОПРОСУ СОСТАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАКЛЮЧЕНИЯ О СОСТОЯНИИ ЗДАНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Н. А. Понявина, К. А. Чечин

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

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

Понявина Наталия Александровна, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: zueva-natasha@mail.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 представленной статье всесторонне рассмотрен вопрос составления технического заключения о состоянии зданий на основе проведения строительно-технической экспертизы. Представленная экспертиза служит неотъемлемым этапом для оценки текущего состояния сооружений и конструкций, а также для определения дефектов, повреждений и степени износа строительных материалов. Стоит отметить важную особенность строительно-технической экспертизы: помимо выявления недочётов по её результатам также разрабатываются рекомендации для устранения имеющихся погрешностей либо для предотвращения возможных дефектов объекта. Также в представленной статье подробно изучены виды экспертиз, их особенности применения и реализации на практике. В публикации анализируется методика проведения строительно-технической экспертизы с разборкой документационного систематизирования каждого этапа, а также характеристикой выполняемых действий и выстраиваемых заключений по полученным результатам завершения каждого цикла. Для наиболее обширного понимания и изучения указанной темы исследования проводилось на основе подробного изучения теоретического материала, практического опыта отечественных специалистов и международных стандартов.

Ключевые слова: строительно-техническая экспертиза, заключение, строительство, состояние здания, авария, рекомендации.

ON THE ISSUE OF DRAWING UP A TECHNICAL OPINION ON THE CONDITION OF BUILDINGS DURING THE CONSTRUCTION AND TECHNICAL EXPERTISE

A. Yu. Sergeeva, Yu. D. Sergeev, N. A. Ponyavina, K. A. Chechin

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

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

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

Annotation: in the presented article, the issue of drawing up a technical opinion on the condition of buildings based on a construction and technical expertise will be considered. The presented expertise serves as an integral stage for assessing the current condition of structures and structures, as well as for determining defects, damages and the degree of wear of building materials. It is worth noting an important feature of the construction and technical expertise - in addition to identifying defects, recommendations are also being developed based on its results to eliminate existing errors or to prevent possible defects in the facility. The article also examines in detail the types of examinations, their application and implementation features in practice. The publication analyzes the methodology of construction and technical expertise, with a breakdown of the documentation systematization of each stage, as well as the characterization of the actions performed and the conclusions drawn based on the results of each stage. For the most extensive understanding and study of this topic, the research was conducted on the basis of a detailed study of theoretical material, practical experience of domestic specialists and international standards.

Key words: construction and technical expertise, conclusion, construction, building condition, accident, recommendations.

Строительно-техническая экспертиза является одним из ключевых инструментов для определения оценки состояния конструкций и сооружений, особенно в тех ситуациях, когда имеется необходимость о решения дальнейшей эксплуатации объекта и проведения ремонтных работ. В современном мире представленная тема имеет высокую актуальность, так как в новостных сводках каждый день можно наблюдать информацию о трагедиях, связанных с разрешением и недоброкачественной эксплуатацией зданий, которые часто сопровождаются потерями человеческих жизней. Вследствие чего необходимо повышать уровень безопасности строительных сооружений и объектов, обеспечивать надёжность и долговечность конструкций и своевременно предотвращать опасные ситуации и происшествия чрезвычайного характера [1, 2]. Так как технологии не стоят на месте и стремительно развиваются каждый год, методология осуществления строительно-технической экспертизы требует внедрения инновационных решений и совершенствования уже имеющихся инструментов обследования и диагностики для определения технического состояния здания [3, 4]. Проведём анализ действий строительно-технической экспертизы и разработку заключения о техническом состоянии стройобъекта.

Техническое заключение – это отчет работы экспертов по обследованию стройобъекта, в котором отображаются все диагностированные дефекты и повреждения, а также сделаны выводы о его соответствии либо отклонении от нормативных документов, проектировочных данных и другой регламентирующей документации. Данный документ также содержит рекомендации, которые необходимо использовать для ликвидации

выявленных дефектов или для их недопущения [5, 6]. На рисунке 1 представлены основные определения строительно-технической экспертизы различных отечественных специалистов.

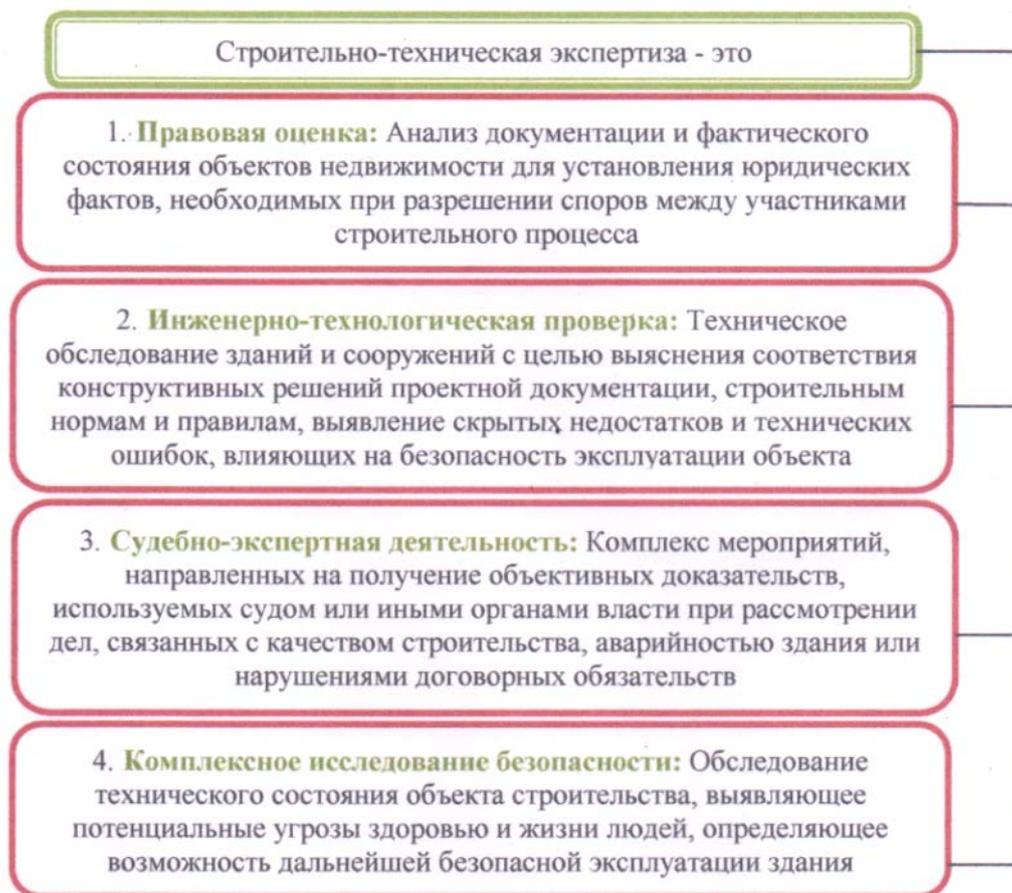


Рис. 1. Основные определения строительно-технической экспертизы

Таким образом, основываясь на данных отечественными специалистами понятиях, можем сформулировать определение. Строительно-техническая экспертиза - это специализированное исследование, которое производит, соответственно, квалифицированный эксперт для проведения анализа оценивания состояния здания и других строительных конструкций, а также определения недочётов и несоответствия нормативным и проектировочным требованиям.

Принято выделять три разновидности экспертизы:

1. Судебная экспертиза. Это процессуальное исследование строительных объектов, материалов и документов, которое проводит специализированный эксперт по требованию суда или органов Следственного комитета для определения каких-либо обстоятельств дела, связанных с данным объектом. Главная цель судебной экспертизы - это установление фактов, которые касаются качества выполненных работ, определение, насколько они соответствуют проектной и нормативной документации. Важно отметить, что к задачам данного вида экспертиз относятся определение ущерба в денежной форме и установление причин появления недочётов и повреждений [7]. Так как судебная экспертиза производится на основе запроса государственного органа, в заключении обязательным пунктом отмечается выявление нарушений законодательства в строительной сфере. Основные этапы проведения судебной строительно-технической экспертизы представлены на рисунке 2.



Рис. 2. Алгоритм проведения судебной строительно-технической экспертизы

Исход процесса в судах по делам нарушений при строительстве стройобъектов во многом зависит от результата заключения судебной экспертизы, являющимся одним из основных доказательств, предъявляемых в суде [8].

2. Внесудебная экспертиза. Это исследование и независимая оценка состояния стройобъекта, качества и строительных материалов, производимая в досудебном порядке. Её особенность заключается в независимости, то есть специализированный эксперт или же группа экспертов проводят экспертизу без основания суда. Осуществление данной экспертизы происходит по просьбе физических или юридических лиц, в ходе которой решаются вопросы с эксплуатацией, ремонтными работами или демонтажем строительных объектов. Результаты проведённой внесудебной строительно-технической экспертизы могут выступать в регулирующей роли при конфликте заказчика и подрядчика [9].

3. Повторная экспертиза. Это вторичное осуществление экспертизы объекта или строительных работ квалифицированным экспертом. Как правило, необходимость проведения данного вида экспертизы появляется, если в результатах предыдущего исследования допущены какие-то погрешности и есть сомнения в правильности заключения. Также, если заказчику или подрядчику требуется дополнительная информация о технической характеристике здания, которая не была произведена при первом изучении, то для выяснения данной информации производится повторная экспертиза.

Среди распространённых причин проведения вторичной строительно-технической экспертизы можно выделить следующие:

- ❖ - если одна из сторон выражает протест и сомневается с результатами первичной экспертизы;
- ❖ - если в процессе первого исследования были, выявлены ошибки или не учтены важные факторы, которые оказывают большое влияние на общее заключение;
- ❖ - если в процессе строительства появились новые обстоятельства и условия.

Основная задача повторной экспертизы заключается в улучшенном варианте произвести обследование сооружений и более точно, без допущения прежних ошибок, сделать заключение о техническом состоянии зданий и строительных материалов.

Таким образом, можем отметить, что вне зависимости от разновидности строительно-технической экспертизы, у них есть общие цели и задачи, которые и лежат в основе любой экспертизы, такие как:

1. Определение оценки технического состояния строительного объекта.
2. Определение дефектов.
3. Выявление первопричины появления дефектов и нарушений.
4. Определение уровня износа строительных материалов и конструкций объекта.
5. Разработать рекомендации для дальнейшей эксплуатации сооружения либо для предотвращения появления возможных дефектов конструкций.

Разберём основные этапы проведения строительно-технической экспертизы, а также процессы, которые выполняются на каждом из них.

Работа по строительно-технической экспертизе условно выполняются в три этапа:

1. Подготовительный этап.
2. Предварительное или визуальное исследование.
3. Детальная или инструментальная экспертиза.

На рисунке 3 представлены основные действия, производимые на этапе подготовки к проведению экспертизы.

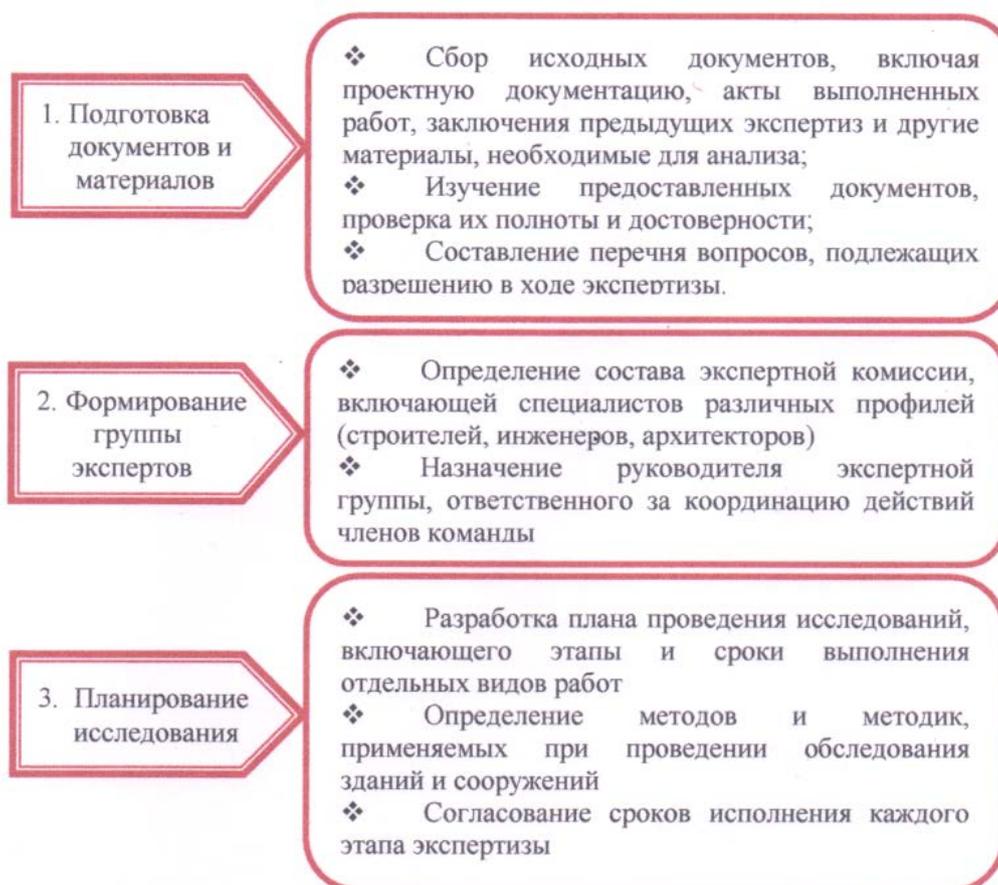


Рис. 3. Основные действия, производимые на первом этапе экспертизы

Исходя из оценки начальных действий, можем сделать вывод, что первый этап строительно-технической экспертизы служит основой для проведения дальнейших

исследований, делая упор на оформление всей необходимой документации и составлении планового прогноза работ.

Второй этап строительно-технической экспертизы заключается в визуальном осмотре объекта исследования и определении дефектов без каких-либо инструментов. На рисунке 4 представлены основные виды работ, которые производятся на данном этапе. По окончании этапа визуального осмотра объекта составляется предварительный отчет, в котором содержатся все выявленные дефекты и сделаны выводы о техническом состоянии изучаемого сооружения, а также представлены советы, касающиеся дальнейших действий. Данный этап крайне важен перед проведением более детального обследования, так как классификация дефектов и отчет о наружных повреждениях даёт понимание рабочим, какие инструментальные исследования лучше провести и каким образом, без больших затрат ресурсов и недопущении аварийных ситуаций в процессе работы.



Рис. 4. Основные работы, производимые на втором этапе экспертизы

На заключительном этапе строительно-технической экспертизы для проведения работ применяются различные специализированные средства и инструменты, которые помогают более подробно исследовать технические характеристики и в целом состояние зданий и строительных материалов. В таблице 1 представлены базисные работы, происходящие на детальном этапе экспертизы.

Таблица 1

Основные виды работ на заключительном этапе экспертизы

Технические характеристики	Методы и инструменты исследования
1. Определение прочностных характеристик материалов	<p>Пневматические молотки и склерометры измеряют прочность бетона методом упругого отскока ударник.</p> <p>Методы ультразвукового зондирования определяют скорость распространения ультразвуковых волн в материале, позволяющую оценить однородность и плотность бетона.</p> <p>Динамическое нагружение применяется для расчета модуля деформации и несущей способности железобетонных изделий.</p>
2. Контроль геометрии и размеров конструкций	<p>Лазерные дальнометры и нивелиры позволяют точно замерять расстояния между элементами и оценивать отклонения от вертикали и горизонтали.</p> <p>Тахеометры применяются для точного измерения углов наклона, высоты колонн и балок, межосевых расстояний.</p> <p>Деформационные маячки фиксируют смещения конструкций и развитие деформационных процессов.</p>
3. Оценка физико-механических свойств грунтов основания	<p>Пробоотборники и шнековые буры извлекают образцы грунта для лабораторного анализа плотности, влажности, химического состава и механических свойств.</p> <p>Полевые испытания статическим зондированием помогают определить глубину залегания слоев почвы и уровень грунтовых вод.</p>
4. Диагностика гидроизоляции и теплотехнических качеств ограждающих конструкций	<p>Тепловизионное обследование помогает выявить места повышенной теплопередачи через стены и перекрытия.</p> <p>Инфракрасные камеры позволяют обнаружить скрытые дефекты теплоизоляции, зоны конденсации влаги внутри конструкции.</p>

После завершения инструментального этапа формируется окончательный отчет о техническом состоянии сооружения и строительных конструкций. В нём приведены все фотографии дефектов, вычисления количественных характеристик и исследования, проведённые в процессе всей работы. Эта информация служит основой для написания заключения о строительно-технической экспертизе [10].

В заключении строительно-технической экспертизы определяют степени эксплуатации объекта на основе категории технического состояния:

1. Исправное состояние - у объекта изучения не выявлены никакие дефекты и недочёты, влияющие на понижение несущей способности;

2. Работоспособное состояние - выявлены не критические погрешности, которые не сказываются на состоянии сооружения;

3. Ограниченно-работоспособное - определены дефекты, оказывающие негативное влияние на объект, при этом опасности аварии нет;

4. Предаврийно-недопустимое - строение имеет большие риски развития значительных разрушений и повреждений, дальнейшая эксплуатация опасна, необходим капитальный ремонт;

5. Аварийное состояние - уже имеет большие разрушения и опасные дефекты, эксплуатация здания полностью запрещена.

Таким образом, заключение на основе строительно-технической экспертизы помогает своевременно обнаруживать разрушения и дефекты, что помогает на ранних этапах

решить эту проблему. Также на основе отчёта определяются причины уже выявленных нарушений, что в будущем даёт возможность не допускать повторных ситуаций. В заключении стоит отметить, что строительно-техническая экспертиза обеспечивает безопасную эксплуатацию здания, уменьшает риски аварийных ситуаций и продлевает срок службы строительных конструкций.

Список литературы

1. Сергеева, А. Ю. Исследование признаков аварийного состояния несущих конструкций зданий и сооружений / А. Ю. Сергеева, Ю. В. Мясичев, Р. Ю. Мясичев, Ю. Д. Сергеев // Сборник научных статей по материалам научно-практической конференции Современные тенденции строительства и эксплуатации объектов недвижимости. - 2017. - С. 218-223.
2. Сергеева, А. Ю. Оценка близости системы к кризисному состоянию / А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Крупенко С. Е. // Научно-практический журнал Экономика и менеджмент систем управления. - 2014. - №2.1 (12). - С. 215-218. Мищенко, В. Я. Реконструкция жилого района с элементами внедрения энергоэффективности / В. Я. Мищенко, А. С. Чесноков, Д. А. Андреищев, // Строительство и недвижимость - Воронеж, - 2020. - №1 (5). - С. 27-31.
3. Мищенко, В. Я. Прогнозирование темпов износа жилого фонда на основе мониторинга дефектов строительных конструкций / В. Я. Мищенко, П. А. Головинский, Д. А. Драпалюк // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Сер: Строительство и архитектура. - 2009. - №4. - С. 111-117.
4. Мищенко, В. Я. Реконструкция жилого района с элементами внедрения энергоэффективности / В. Я. Мищенко, А. С. Чесноков, Д. А. Андреищев, // Строительство и недвижимость. - 2020. - №1(5). - С. 27-31.
5. Мищенко, В. Я. Стохастические алгоритмы в решении многокритериальных задач оптимизации распределения ресурсов при планировании строительно-монтажных работ / В. Я. Мищенко, Д. И. Емельянов, А. А. Тихоненко, Р. В. Старцев // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Сер: Строительство и архитектура - Воронеж, 2012. - №1. - С. 92-97.
6. Мясичев, Ю. В. Прогнозирование строительного производства в системе стратегического планирования / Ю. В. Мясичев, Р. Ю. Мясичев, Ю. Д. Сергеев // Сборник научных статей. Проблемы современных экономических, правовых и естественных наук в России - синтез наук в конкурентной экономике. Реферативный сборник статей по материалам VII Международной научно-практической конференции. - 2018. - С.11 - 13.
7. Сергеев, Ю. Д. Оптимизация процесса обследования несущих конструкций предаварийных зданий / Ю. Д. Сергеев, А. Ю. Сергеева, А. В. Мищенко, Ю. В. Мясичев, Р. Ю. Мясичев // ФЭС: Финансы. Экономика. - 2019. - Т. 16. - №3. - С. 52-56.
8. Мясичев, Ю. В. Факторы, воздействующие на технико-эксплуатационное состояние строительных конструкций / Ю. В. Мясичев, А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Р. Ю. Мясичев // Строительство и недвижимость. - Воронеж, 2018. - №1-1 (2). С. 67-74.
9. Сергеева, А. Ю. Исследование обеспечения долговечности несущих конструкций в процессе эксплуатации / А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Ю. В. Мясичев, Р. Ю. Мясичев, // Строительство и недвижимость. - Воронеж, 2020. - №2 (6). - С. 124-129.
10. Мясичев, Ю. В. Разработка модели мониторинга промышленной и экологической безопасности по объективной оценке состояния нагрузок и несущей способности конструкций / Ю. В. Мясичев, А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Р. Ю. Мясичев // Строительство и недвижимость. - Воронеж, 2018. - №1-1 (2). - С. 63-67.

List of references

1. Sergeeva, A. Yu. Investigation of signs of an emergency state of load-bearing structures of buildings and structures / A. Yu. Sergeeva, Yu. V. Myasishchev, R. Yu. Myasishchev, Yu. D. Sergeev // Collection of scientific articles based on the materials of the scientific and practical conference Modern trends in the construction and operation of real estate objects. - 2017. - pp. 218-223.
2. Sergeeva, A. Yu. Assessment of the proximity of the system to the crisis state / A. Yu. Sergeeva, Yu. D. Sergeev, Krupenko S. E. // Scientific and practical Journal Economics and Management of management Systems. - 2014. - №2.1 (12). - pp. 215-218.
3. Mishchenko, V. Ya. Forecasting the rates of depreciation of the housing stock on the basis of monitoring defects in building structures / V. Ya. Mishchenko, P. A. Golovinsky, D. A. Drapalyuk // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Ser: Construction and Architecture. - 2009. - No. 4. - pp. 111-117.
4. Mishchenko, V. Ya. Reconstruction of a residential area with elements of energy efficiency implementation / V. Ya. Mishchenko, A. S. Chesnokov, D. A. Andreishchev, // Construction and real estate. - Voronezh, 2020. - No. 1 (5). - pp. 27-31.
5. Mishchenko, V. Ya. Stochastic algorithms in solving multicriteria problems of optimizing resource allocation when planning construction and installation works / V. Ya. Mishchenko, D. I. Yemelyanov, A. A. Tikhonenko, R. V. Startsev // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Ser: Construction and Architecture-Voronezh, 2012. - No. 1. - pp. 92-97.
6. Myasishchev, Yu. V. Forecasting of construction production in the system of strategic planning / Yu. V. Myasishchev, R. Yu. Myasishchev, Yu. D. Sergeev // Collection of scientific articles. Problems of modern economic, legal and natural sciences in Russia - synthesis of sciences in a competitive economy. Abstract collection of articles based on the materials of the VII International Scientific and Practical Conference. - 2018. - pp. 11-13.
7. Sergeev, Yu. D. Optimization of the process of inspection of load-bearing structures of pre-emergency buildings / Yu. D. Sergeev, A. Yu. Sergeeva, A.V. Mishchenko, Yu. V. Myasishchev, R. Yu. Myasishchev // FES: Finance. Economy. 2019. Vol. 16. No. 3. pp. 52-56.
8. Myasishchev, Yu. V. Factors affecting the technical and operational condition of building structures / Yu. V. Myasishchev, A. Yu. Sergeeva, Yu. D. Sergeev, R. Yu. Myasishchev // Construction and real estate. - Voronezh, 2018. - No. 1-1 (2). pp. 67-74.
9. Sergeeva, A. Yu. Research of ensuring the durability of load-bearing structures during operation / A. Yu. Sergeeva, Yu. D. Sergeev, Yu. V. Myasishchev, R. Yu. Myasishchev, // Construction and real estate. - Voronezh, 2020. No. 2 (6). - pp. 124-129.
10. Myasishchev, Yu. V. Development of a model for monitoring industrial and environmental safety based on an objective assessment of the state of loads and bearing capacity of structures / Yu. V. Myasishchev, A. Yu. Sergeeva, Yu. D. Sergeev, R. Yu. Myasishchev // Construction and real estate. - Voronezh, 2018. - No. 1-1 (2). - pp. 63-67.

УДК 69.07

АНАЛИЗ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛОГО ДОМА

С. Д. Николенко, К. В. Федотов

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

Федотов Константин Вадимович, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мКНС-232, E-mail: soror98745@yandex.ru

Аннотация: статья содержит комплексный анализ проектных решений несущих конструкций крупнопанельного жилого дома. Основное внимание уделено обоснованию выбора ключевых систем. Проектирование фундамента в виде монолитной железобетонной плиты потребовало учета сложных грунтовых условий, включая неоднородность основания и высокий уровень грунтовых вод, что обусловило необходимость специальной подготовки грунта и устройства дренажной системы. Применены материалы с повышенной долговечностью и оптимальная схема армирования, обеспечивающие надежность и прогнозируемую равномерную осадку конструкции. Конструктивная система здания реализована по бескаркасной перекрестно-стеновой схеме с рациональным шагом несущих стен, что гарантирует пространственную жесткость и эффективную планировку. Наружные ограждающие конструкции представляют собой многослойную систему, сочетающую несущую способность, высокую энергоэффективность и долговечность, с применением гибких связей для компенсации температурных деформаций. Для перекрытий и кровли выбраны решения, отвечающие требованиям по несущей способности, звукоизоляции, теплозащите и пожарной безопасности. Сравнительный анализ подтвердил существенные преимущества принятых проектных решений перед альтернативными вариантами в части сокращения сроков строительства и экономии материалов, достигнув оптимального баланса надежности, экономичности и комфорта.

Ключевые слова: высотное строительство, несущие конструкции, плитный фундамент, модульное проектирование, проектные решения, жилой дом.

ANALYSIS OF DESIGN SOLUTIONS FOR LOAD-BEARING STRUCTURES OF A RESIDENTIAL BUILDING

S. D. Nikolenko, K. V. Fedotov

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

Fedotov Konstantin Vadimovich, Voronezh State Technical University, Master's student gr. mKNS-232, E-mail: soror98745@yandex.ru

Annotation: the article contains a comprehensive analysis of design solutions for load-bearing structures of a large-panel residential building. The main attention is paid to the justification of the choice of key systems. The design of the foundation in the form of a

monolithic reinforced concrete slab required consideration of difficult ground conditions, including the heterogeneity of the base and high groundwater levels, which necessitated special soil preparation and drainage system installation. Materials with increased durability and optimal reinforcement scheme are used, ensuring reliability and predictable uniform draft of the structure. The building's structural system is implemented according to a frameless cross-wall scheme with a rational pitch of load-bearing walls, which guarantees spatial rigidity and efficient layout. External enclosing structures are a multi-layered system combining load-bearing capacity, high energy efficiency and durability, using flexible connections to compensate for temperature deformations.

Keywords: high-rise construction, load-bearing structures, slab foundation, modular design, design solutions, residential building.

Высотное жилое строительство требует комплексного подхода к проектированию, учитывающего нагрузочные характеристики, климатические условия и эксплуатационные требования [1], что обеспечивает качество проекта [2]. В данном случае рассматривается 18-этажное здание с крупнопанельной конструктивной системой, спроектированное с применением современных материалов и технологий. При проектировании фундаментной системы жилого комплекса был проведен всесторонний анализ, учитывающий инженерно-геологические условия площадки, архитектурные особенности здания и экономическую целесообразность. Основой конструкции стала монолитная железобетонная плита толщиной 700 мм, выбор которой обусловлен спецификой участка строительства. Геологические изыскания выявили сложный характер грунтового основания - наряду с плотными песчаными слоями присутствуют участки с насыпными грунтами, требующие специальной подготовки. Уровень грунтовых вод, зафиксированный на отметке 2,4-2,6 м от поверхности, потребовал разработки комплексной дренажной системы, включающей сеть вертикальных дренажей из щебня фракции 40-70 мм с глубиной заложения 7,0 м.

Материальное решение фундамента основано на применении тяжелого бетона класса В25 с дополнительными эксплуатационными характеристиками: водонепроницаемостью W6 и морозостойкостью F150 [3]. Такой выбор материалов обеспечивает необходимую долговечность конструкции в условиях переменного водного режима и сезонных температурных колебаний [4]. Армирование плиты выполнено двухконтурной сеткой из стержней А500С диаметром 16 мм с шагом 200 мм в обоих направлениях, что гарантирует восприятие как основных эксплуатационных, так и возможных аварийных нагрузок [5]. Особое внимание уделено узлам примыкания к стеновым конструкциям, где предусмотрено дополнительное армирование П-образными хомутами.

Технология устройства фундамента включает несколько критически важных этапов. После планировки площадки выполняется водопонижение с помощью иглофильтровых установок (рис. 1), затем производится выемка слабых грунтов с заменой на песчано-гравийную смесь в соотношении 1:2. Уплотнение подготовительного слоя контролируется методом динамического зондирования до достижения коэффициента уплотнения 0,95. Бетонирование плиты осуществляется непрерывным методом с применением бетононасосов и вибрационного оборудования, при этом особое внимание уделяется температурному режиму твердения бетона. Для предотвращения термических трещин предусмотрены мероприятия по теплоизоляции свежесложенной смеси и устройство температурно-усадочных швов.

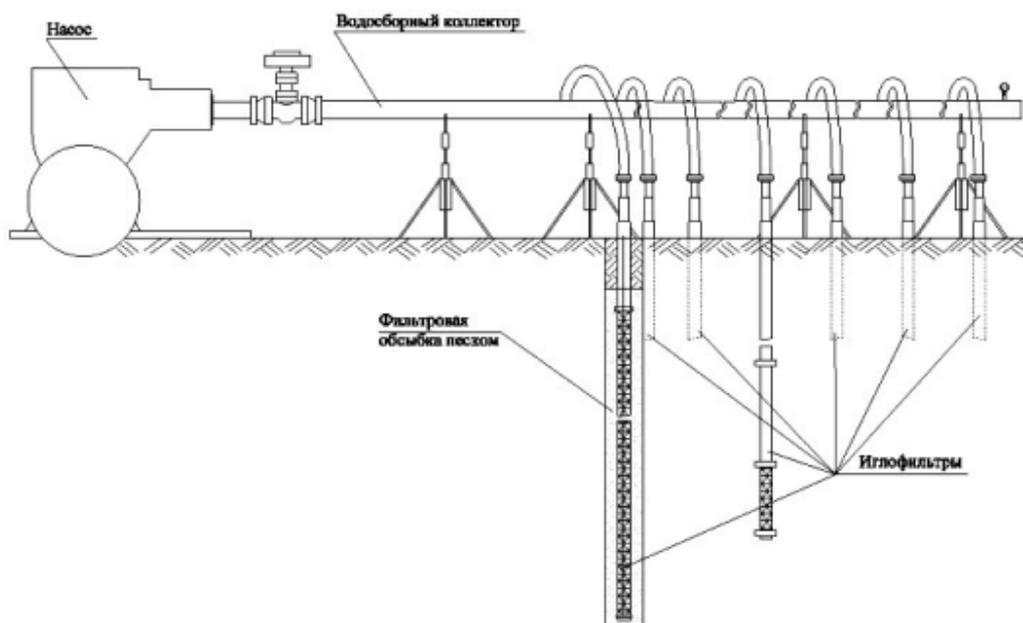


Рис. 1. Схема иглофильтровальной установки

Расчетные параметры фундамента подтверждают его надежность: среднее давление под подошвой составляет 286,2 кПа при расчетном сопротивлении грунта 797,61 кПа, что обеспечивает трехкратный запас по несущей способности. Прогнозируемая осадка в пределах 90-120 мм равномерно распределяется по площади здания благодаря жесткости плитной конструкции. Для контроля деформаций в процессе эксплуатации предусмотрена система мониторинга, включающая реперные марки и гидростатические уровни.

Сравнительный анализ с альтернативными вариантами (свайный ростверк и ленточный фундамент) показал экономическую эффективность принятого решения. Плитная конструкция позволяет сократить сроки нулевого цикла на 20-25% по сравнению со свайными фундаментами и на 30-35% относительно ленточных глубокого заложения. При этом достигается существенная экономия материалов - расход арматуры снижен на 15-18%, а бетона на 10-12% в сравнении с комбинированными системами. Эксплуатационные преимущества включают простоту обслуживания дренажной системы и равномерность осадки, что особенно важно для сохранения целостности отделочных слоев и инженерных коммуникаций.

Конструктивная система здания основана на перекрестно-стеновой схеме с модульным шагом 3.0 и 3.6 м (рис. 2). Такой подход обеспечивает оптимальное распределение нагрузок от вышележащих этажей, одновременно создавая рациональную планировочную структуру. Основные преимущества данной системы проявляются в следующем: во-первых, достигается высокая пространственная жесткость, критически важная для противодействия ветровым нагрузкам; во-вторых, стандартизация элементов позволяет оптимизировать производственные процессы и сократить сроки строительства. При этом следует отметить, что выбранный шаг несущих стен представляет собой компромисс между требованиями свободной планировки квартир и необходимостью обеспечения достаточной несущей способности. Материальное исполнение несущих конструкций включает несколько принципиально важных компонентов. Сборные железобетонные панели толщиной 180 мм из бетона класса В22.5-В25 образуют основной каркас здания. Выбор именно этих марок бетона обусловлен тщательным анализом нагрузочных характеристик – они обеспечивают необходимый запас прочности при экономически обоснованном расходе материалов. Особое внимание уделено качеству изготовления панелей: заводские условия производства позволяют достичь высокой

точности геометрических параметров и стабильности механических свойств. Монтажные соединения реализованы через сварные стыки арматурных выпусков с последующим омоноличиванием узлов, что гарантирует надежное взаимодействие элементов в составе единой конструктивной системы.

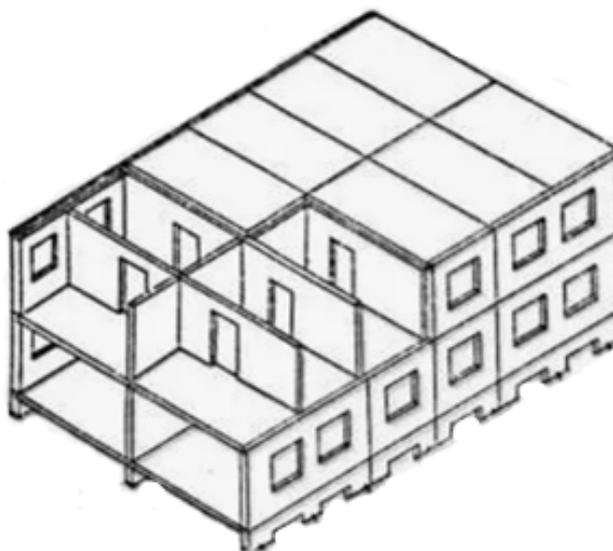


Рис. 2. Схема перекрестно-стенового варианта бескаркасной конструктивной системы

Многослойные наружные стены представляют собой сложную инженерную разработку, сочетающую несущие, теплоизоляционные и защитные функции. Внутренний слой из ячеистобетонных блоков плотностью D500 обеспечивает достаточную несущую способность при относительно небольшом весе. Средний слой утеплителя из пенополистирола ППС14 толщиной 90-120 мм подобран на основе детальных теплотехнических расчетов, учитывающих климатические особенности региона. Наружный облицовочный слой из силикатного кирпича выполняет как эстетическую, так и защитную функцию, предохраняя утеплитель от атмосферных воздействий. Важно подчеркнуть, что каждый компонент "пирога" стеновой конструкции был выбран после тщательного анализа альтернативных вариантов с точки зрения их долговечности, ремонтпригодности и стоимости.

Система гибких связей между слоями наружных стен заслуживает отдельного рассмотрения. Использование оцинкованной проволоки диаметром 4 мм с определенным шагом установки (600 мм по вертикали и 300 мм по горизонтали) позволяет компенсировать температурные деформации различных материалов, предотвращая появление трещин в облицовочном слое. Экспериментальные исследования подтвердили, что такая система связей обеспечивает надежное совместное поведение разнородных материалов при циклических температурных воздействиях и ветровых нагрузках. Особое внимание уделено узлам примыканий к проемам, где шаг связей уменьшен для обеспечения дополнительной надежности.

Противопожарные решения интегрированы в конструктивную систему на нескольких уровнях. Во-первых, по контуру всех проемов выполнены противопожарные рассечки из негорючих материалов (ячеистобетонные блоки и минераловатные плиты). Во-вторых, в конструкции перекрытий предусмотрены специальные терморазъемы, заполненные огнестойкими материалами. В-третьих, все используемые отделочные материалы в общественных зонах соответствуют строгим требованиям по классу пожарной опасности. Эти меры в совокупности обеспечивают выполнение нормативных требований по огнестойкости здания в целом.

Технология монтажа разработана с учетом особенностей выбранной конструктивной системы. Последовательность операций предусматривает одновременную установку утеплителя и ведение кладки, что позволяет обеспечить плотное прилегание слоев. Особое внимание уделено контролю качества на каждом этапе, включая проверку заполнения растворных швов, правильности установки гибких связей и коррозионной защиты металлических элементов. Следует отметить, что принятые решения позволяют вести строительство в широком диапазоне температурных условий, что особенно важно для климата средней полосы.

При рассмотрении альтернативных решений (монолитные конструкции, навесные фасады и другие) было установлено, что выбранная система обеспечивает оптимальное сочетание несущей способности, энергоэффективности и экономической целесообразности. Однако важно понимать, что эффективность реализации этих решений во многом зависит от качества выполнения работ и соблюдения проектных решений на всех этапах строительства.

Конструктивная система перекрытий и кровли 18-этажного жилого здания разработана с учетом требований по несущей способности, звукоизоляции и пожарной безопасности. В качестве основного решения приняты сборные железобетонные плиты перекрытия толщиной 160 мм из бетона класса В22.5, которые опираются на несущие стены по контурной схеме. Такие плиты обладают достаточной жесткостью для восприятия эксплуатационных нагрузок (500 кг/м^2) при относительно небольшом собственном весе, что снижает нагрузку на фундамент. Особенностью монтажа является устройство терморазъемов по периметру плит, заполняемых негорючими минераловатными вкладышами, что предотвращает образование мостиков холода и обеспечивает требуемое сопротивление теплопередаче. Технология монтажа предусматривает обязательное омоноличивание стыков между плитами и несущими стенами с помощью мелкозернистого бетона, что создает единую пространственную систему, устойчивую к горизонтальным нагрузкам.

Кровельная система здания выполнена по традиционной для многоэтажного строительства плоской схеме с внутренним водостоком, что обеспечивает надежную гидроизоляцию и минимальные эксплуатационные расходы. Конструкция кровельного пирога включает несколько функциональных слоев: основание из сборных железобетонных плит, выравнивающую стяжку, двухслойное утепление из пенополистирольных плит ППС23 общей толщиной 160 мм (уложенных со смещением швов), пароизоляционную мембрану и финишное гидроизоляционное покрытие из рулонного материала "Техноэласт". Такое решение обеспечивает приведенное сопротивление теплопередаче $5,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, что значительно превышает нормативные требования. Особое внимание уделено узлам примыкания к парапетам и водосточным воронкам, где выполнены дополнительные слои гидроизоляции с армированием стеклотканью. Система молниезащиты интегрирована в конструкцию парапетов и обеспечивает класс защиты II согласно ГОСТ Р ИЕС 62305.

Вентиляция под кровельные пространства организована через аэрационные короба, расположенные по периметру здания, что предотвращает образование конденсата и продлевает срок службы утеплителя. Уклон кровли (1,5%) создается за счет переменной толщины цементно-песчаной стяжки и направлен к водосточным воронкам, оборудованным системой подогрева для предотвращения обледенения в зимний период. Все применяемые материалы имеют сертификаты пожарной безопасности и соответствуют классу горючести Г1, что особенно важно для высотных зданий. Эксплуатационные характеристики кровельной системы рассчитаны на 25 лет без капитального ремонта при условии регулярного технического обслуживания, включающего очистку водостоков и контроль состояния гидроизоляционного ковра.

Реализация проекта 18-этажного жилого дома продемонстрировала эффективность комплексного подхода, объединяющего передовые строительные технологии, тщательные инженерные расчеты и продуманные архитектурно-планировочные решения. Анализ проекта подтверждает, что принятые технические решения полностью соответствуют современным

требованиям безопасности, энергоэффективности и комфорта проживания. Особого внимания заслуживает гармоничное сочетание несущей способности конструкций и экономической целесообразности: применение монолитной плиты фундамента толщиной 700 мм с оптимизированным армированием позволило равномерно распределить нагрузку на сложные грунты основания, а перекрестно-стеновая система с шагом несущих стен 3,0-3,6 м обеспечила необходимую пространственную жесткость при рациональном расходе материалов. Многослойные наружные стены с утеплителем из пенополистирола ППС14 и облицовкой силикатным кирпичом не только отвечают повышенным требованиям теплотехники, но и формируют эстетичный архитектурный облик здания, адаптированный к городской среде. Также для обеспечения безопасности эксплуатации здания в особых условиях можно применить фибробетон при проектировании [6].

Список литературы

1. СП 15.13330.2020. Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81 [Электронный ресурс]. – Введ. 2021-01-01. – Москва: Минстрой России, 2020. – 86 с. – Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/573276522> (дата обращения: 07.05.2025).
2. Алиулова, В. А. Оценка качества проектной документации повторного использования / В. А. Алиулова, М. В. Петроченко // Вестник МГСУ. 2021. Т. 16. Вып. 6. С. 730–740.
3. СП 22.13330.2018. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83 [Электронный ресурс]. – Введ. 2019-06-17. – Москва: Минстрой России, 2018. – 144 с. – Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/554533661> (дата обращения: 07.05.2025).
4. СП 255.1325800.2016. Здания и сооружения. Правила эксплуатации [Электронный ресурс]. – Введ. 2017-06-17. – Москва: Минстрой России, 2016. – 72 с. – Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054209> (дата обращения: 14.05.2025).
5. Пособие по проектированию каменных и армокаменных конструкций (к СНиП II-22-81) / Госстрой СССР [Электронный ресурс]. – Москва: Стройиздат, 1989. – 152 с. – Режим доступа: URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293760/4293760892.pdf> (дата обращения: 14.05.2025).
6. Николенко, С. Д. Применение фибробетона для обеспечения безопасности зданий и сооружений в чрезвычайных ситуациях / С. Д. Николенко // Наука и инновации в строительстве SIB - 2008: материалы Международного конгресса. 2008. С. 262–267.

List of references

1. SP 15.13330.2020. Stone and reinforced stone structures. Updated edition of SNiP II-22-81 [Electronic resource]. – Introduction. 2021-01-01. – Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2020. – 86 p. – Access mode: URL: <https://docs.cntd.ru/document/573276522> (date of reference: 05/07/2025).
2. Aliulova, V. A. Quality assessment of project documentation for reuse / V. A. Aliulova, M. V. Petrochenko // Bulletin of MGSU. 2021. Vol. 16. Issue. 6. Pp. 730-740.
3. SP 22.13330.2018. Foundations of buildings and structures. Updated edition of SNiP 2.02.01-83 [Electronic resource]. – Introduction. 2019-06-17. – Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2018. – 144 p. – Access mode: URL: <https://docs.cntd.ru/document/554533661> (date of application: 05/07/2025).
4. SP 255.1325800.2016. Buildings and structures. Operating rules [Electronic resource]. – Introduction. 2017-06-17. – Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2016. – 72 p. – Access mode: URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054209> (date of reference: 05/14/2025).

5. Manual on the design of stone and reinforced stone structures (to SNiP II-22-81) / Gosstroy of the USSR [Electronic resource]. – Moscow: Stroyizdat, 1989. 152 p. – Available at URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293760/4293760892.pdf> (date of reference: 05/14/2025).

6. Nikolenko, S. D. The use of fibrocrete to ensure the safety of buildings and structures in emergency situations / S. D. Nikolenko // Science and Innovation in construction SIB - 2008: proceedings of the International Congress. 2008. pp. 262-267.

УДК 658.5: 624

КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ К ПОДХОДУ ОБСЛЕДОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ В РАМКАХ СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Ю. Д. Сергеев, Р. Ю. Мясищев, А. Ю. Сергеева, Н. А. Понявина

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

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

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

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

Аннотация: современная строительная отрасль сталкивается с серьезными трудностями, вызванными старением и износом инфраструктуры, увеличением числа аварийных ситуаций и ужесточением нормативных требований к безопасности. Значительная часть зданий в нашей стране эксплуатируется за пределами нормативного срока службы, что подтверждается регулярными авариями, в том числе обрушением жилых домов. Климатические изменения в виде аномально большого количества осадков и перепадов температур усугубляют деградацию материалов, а рост плотности городской застройки усиливает нагрузки на основания окружающих зданий. В этих условиях строительско-техническая экспертиза (СТЭ) становится критически важным инструментом для предотвращения катастроф, оптимизации затрат на ремонт и обеспечения долговечности объектов. Обследование строительных конструкций в рамках строительско-технической экспертизы представляет собой системный процесс, направленный на обеспечение безопасности, надёжности и долговечности зданий и сооружений. Принципы обследования строительных конструкций при проведении СТЭ направлены на обеспечение достоверности экспертизы, минимизацию рисков аварий и обоснование решений по ремонту или реконструкции объектов.

Ключевые слова: строительско-техническая экспертиза, заключение, строительство, состояние здания, физический износ, авария.

KEY ASPECTS TO THE APPROACH OF INSPECTION OF CONSTRUCTION SITES IN THE FRAMEWORK OF CONSTRUCTION AND TECHNICAL EXPERTISE

Yu. D. Sergeev, R. Yu. Myasishchev, A. Yu. Sergeeva, N. A. Ponyavina

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

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

Sergeeva Alla Yurievna, Voronezh State Technical University, Candidate of technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technology, Organization of Construction, Expertise and Real Estate Management, E-mail: 933047@mail.ru

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

Annotation: the modern construction industry is facing serious difficulties caused by the aging and deterioration of infrastructure, an increase in the number of emergencies and stricter safety regulations. A significant part of the buildings in our country are operated beyond the standard service life, which is confirmed by regular accidents, including the collapse of residential buildings. Climatic changes in the form of abnormally high rainfall and temperature fluctuations worsen the degradation of materials, and the increase in urban density increases the load on the foundations of surrounding buildings. In these conditions, construction and technical expertise is becoming a critical tool for disaster prevention, optimizing repair costs and ensuring the durability of facilities. The inspection of building structures as part of the construction and technical expertise is a systematic process aimed at ensuring the safety, reliability and durability of buildings and structures. The principles of the inspection of building structures during the ETS are aimed at ensuring the reliability of expertise, minimizing the risks of accidents and substantiating decisions on the repair or reconstruction of facilities.

Key words: construction and technical expertise, conclusion, construction, building condition, physical wear and tear, accident.

Техническая экспертиза строительных объектов и конструкций предпринимается с предопределением выявления дефектов и повреждений, которые способны создавать угрозу надежности и безопасности или долговечности с последующим их устранением и восстановлением эксплуатационных свойств строительных объектов. Экспертиза обеспечивает безопасность эксплуатации и благодаря обнаружению мест износа продлевает срок службы объектов [1]. В рамках экспертизы анализируются признаки, отражающие текущее состояние строительных элементов, что позволяет не только обнаруживать отклонения от нормы, но и минимизировать риски нарушения их несущей способности [2, 3].

Необходимость проведения, объем, характер и последовательность обследовательских работ определяются целями и задачами, поставленными перед экспертами.

Ключевыми основаниями для организации таких мероприятий выступают [4]:

- наличие дефектов и повреждений, вызванных механическими воздействиями (например вибрациями от работающих приборов, транспорта, ударными нагрузками), коррозионными процессами (разрушение арматуры в железобетоне, окисление механических элементов), температурными перепадами (трещины в бетоне из-за циклов замерзания-оттаивания), неравномерной осадкой фундаментов (просадка грунта, приводящая к перекосам здания). Эти дефекты снижают прочность конструкций, уменьшают устойчивость к деформациям и ухудшают эксплуатационные параметры объекта, такие как энергоэффективность или звукоизоляция [5];

- увеличение нагрузок на несущие элементы, связанное с перепланировкой помещений (демонтаж стен, изменение распределения нагрузок), технической модернизацией (установка тяжелого оборудования, замена инженерных систем), надстройкой дополнительных этажей (повышение вертикальной нагрузки на фундамент и колонны). Такие изменения требуют пересчета несущей способности конструкций и оценки их текущего состояния [6];

- реконструкция зданий, включая случаи изменения планировки без увеличения нагрузок (например, объединение помещений), замены устаревших материалов (использование современных аналогов с другими физико-механическими свойствами), усиление элементов (установка дополнительных балок или колонн для повышения устойчивости);

- выявление отклонений от проектной документации, таких как использование материалов, несоответствующих спецификациям (бетон низкой марки, арматура меньшего диаметра), нарушения технологии строительства (некачественная сварка, недостаточная толщина защитного слоя бетона), ошибки в геометрии конструкций (смещение осей, искривление стен). Эти несоответствия снижают несущую способность и могут привести к аварийным ситуациям [7];

- недостаточность исполнительной и проектно-технической документации провоцирует невозможность определения изначальных параметров стройобъекта. Ввиду этого планирование ремонтно-строительных работ оказывается довольно-таки затруднительным;

- перевод стройобъекта в другое функциональное назначение, например, перепрофилирование промышленных зданий под жилые комплексы или офисные помещения (другие требования к пожарной безопасности, вентиляции), адаптация складов под торговые центры (увеличиваются потоки людей, требуется монтаж дополнительных перекрытий). Такие изменения влекут за собой необходимость проверки соответствия объекта обновленным нормам [8];

- возобновление строительства объектов, ранее приостановленного, в случаях отсутствия консервации (мер по защите конструкций от разрушения) и превышения трехлетнего срока с момента останова, даже при наличии консервации;

- деформации грунтовых оснований, возникающих вследствие естественных процессов (пучение грунта при замерзании, эрозия почвы из-за подземных вод), антропогенных факторов (вибрации от тяжелой техники, динамической нагрузки от ближайшего строительства), изменения гидрологического режима (подтопление участка, снижение уровня грунтовых вод). Данные деформации приводят к неравномерной осадке фундаментов, образованию трещин в стенах и нарушению геометрии здания;

- необходимость контроля и оценки состояния конструкций зданий, расположенных вблизи новыхстроек, что обусловлено рисками механических повреждений (вибрации от свайных работ, падение с высоты строительных материалов и элементов конструкции), изменением нагрузки на окружающие объекты (например, при возведении высотных зданий, которые создают дополнительное давление на грунт). Регулярные замеры позволяют своевременно выявить опасные деформации и предотвратить аварии [9];

- необходимость оценки состояния строительных конструкций, поврежденных экстремальными воздействиями, такими как пожары (термическое разрушение бетона, потеря прочности арматуры, деформация металлоконструкций), стихийные бедствия (землетрясения, наводнения, ураганы), влияющие на все элементы зданий и сооружений (сдвиги фундамента, повреждение несущих конструкций, размыв грунта, разрушение кровли и фасадов), или техногенные аварии (взрывы, утечки химических веществ, провоцирующих коррозию);

- определение пригодности для безопасной эксплуатации (для общественных зданий, производственных объектов) или проживания (жилых).

Сама процедура строительно-технической экспертизы (СТЭ) проходит в несколько этапов (рис. 1).

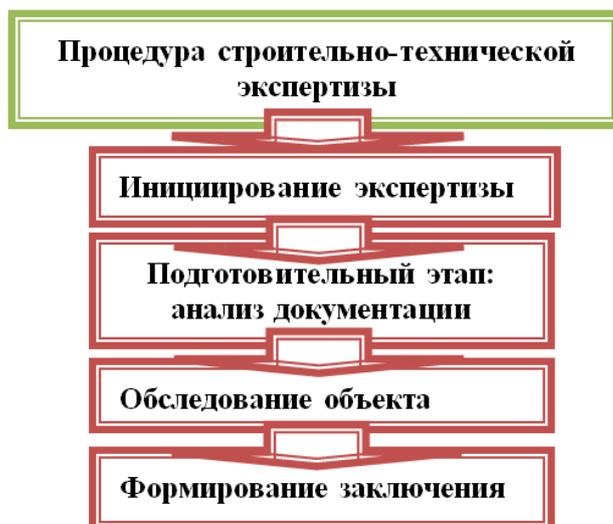


Рис. 1. Алгоритм строительно-технической экспертизы

1. Инициирование экспертизы. Экспертиза начинается либо по решению суда (вынесение определения) либо по договорённости сторон, которые заключают соглашение о независимом исследовании.

2. Подготовительный этап: анализ документации. Эксперт изучает правоустанавливающие документы (свидетельства о собственности, договоры купли-продажи, разрешение на строительство) и техническую документацию (паспорт БТИ, сметы, проектные схемы, кадастровый план). После этого назначается дата выезда на объект с уведомлением участников процесса. В случаях, требующих уточнения границ участка, к осмотру привлекается кадастровый инженер.

3. Обследование объекта. Работы проводятся днём для обеспечения видимости. Эксперт выполняет визуальный осмотр, выявляя трещины, деформации и следы протечек. Далее следуют инструментальные замеры: проверка несущей способности конструкций, шурфирование фундамента и отбор проб материалов (бетон, металл) для лабораторных испытаний. Все этапы фиксируются на фото- или видеоаппаратуру. Объём исследований определяется поставленными перед экспертом вопросами.

4. Формирование заключения. Эксперт составляет отчёт с ответами на каждый вопрос из судебного постановления или договора. В нём указываются причины дефектов, степень износа конструкций и рекомендации по ремонту. Итоги независимой экспертизы передаются в распоряжение заказчика, а заключение, подготовленное в рамках судебной строительно-технической экспертизы (СТЭ), поступает в судебные органы. Для получения доступа к материалам судебного заключения необходимо подать официальное ходатайство, регламентированное процессуальным законодательством.

Основные принципы обследования строительных конструкций.

1. Комплексность и этапность. Обследование включает три взаимосвязанных этапа. На подготовительном этапе анализируют проектную и эксплуатационную документацию, составляют программу работ. Предварительное обследование предполагает визуальный осмотр конструкций для выявления дефектов (трещин, коррозии, деформаций) с фиксацией данных фото и видеосъемкой (рис. 2).



Рис. 2. Дефекты строительных конструкций (трещины, коррозия, деформация)

Детальное обследование предусматривает инструментальные замеры (рис. 3) (геометрические параметры, прочность материалов), лабораторные испытания образцов и проверочные расчеты несущей способности. Для объектов с отсутствующей документацией или критическими дефектами применяют сплошное обследование, для локальных проблем - выборочное.



Рис. 3. Определение прочности и плотности бетона ультразвуковым прибором

2. Нормативное соответствие. Все этапы работ выполняются с соблюдением требований актуальных нормативно-технических стандартов, включая Строительные нормы и правила (СНиП) и Межгосударственные стандарты (ГОСТ). В качестве примеров можно привести:

- ГОСТ 31937-2011 - правила оценки технического состояния;
- СП 13-102-2003 - методики визуального и инструментального контроля.

Техническое состояние конструкций подразделяется на следующие категории:

- ❖ исправное (полное соответствие нормативным требованиям);
- ❖ работоспособное (допустимые отклонения, не влияющие на безопасность);
- ❖ ограниченно работоспособное (требуется усиление или ремонт);
- ❖ недопустимое (риск аварийных ситуаций);
- ❖ аварийное (непосредственная угроза обрушения).

3. Объективность и дифференцированный подход к материалам. Методы обследования выбирают в зависимости от материала конструкций:

- железобетон: ультразвуковой контроль, вскрытие защитного слоя для оценки коррозии арматуры;

- металл: химический анализ стали, контроль сварных швов, определение остаточного сечения при коррозии;
- дерево: выявление биоповреждений, измерение влажности;
- каменные конструкции: испытания кирпича и строительного кладочного раствора.

4. Документирование результатов. Итоговый акт содержит схемы дефектов, результаты расчётов, рекомендации по усилению или ремонту. Расчёты выполняют методами строительной механики с использованием специализированного ПО, что позволяет сопоставить действующие усилия с несущей способностью конструкций и сделать выводы об их категории технического состояния. Заключение подписывается ответственными лицами и служит основанием для принятия решений о дальнейшей эксплуатации объекта.

Таким образом, принципы обследования строительных конструкций при проведении СТЭ направлены на обеспечение достоверности экспертизы, минимизацию рисков аварий и обоснование решений по ремонту или реконструкции объектов.

Обследование строительных конструкций в рамках строительно-технической экспертизы представляет собой системный процесс, направленный на обеспечение безопасности, надёжности и долговечности зданий и сооружений. Ключевые принципы, такие как поэтапность выполнения работ, комплексный анализ состояния строительных конструкций, следование всем нормам и правилам, обеспечивает объективность анализа состояния стройобъекта. Применение актуальных диагностических подходов позволяет точно определить степень износа материалов, выявить скрытые дефекты и спрогнозировать риски дальнейшей эксплуатации. Особое значение имеет классификация технического состояния конструкций, которая не только определяет текущие возможности объекта, но и служит базой для принятия решений о ремонте, усилении или реконструкции [10]. При этом учет специфики материалов (бетон, металл, дерево) и условий эксплуатации (включая сейсмические воздействия или последствия пожаров) обеспечивает адаптацию методик к конкретным задачам. Важнейшим аспектом остается соблюдение требований безопасности как на этапе проведения экспертизы, так и при разработке рекомендаций. Лицензирование организаций, применение сертифицированного оборудования и регулярный инструктаж персонала минимизируют риски ошибок и аварийных ситуаций. Качественное обследование конструкций не только предотвращает катастрофы, но и оптимизирует затраты на содержание объектов [11]. Своевременное выявление проблем, подкрепленное точными расчетами и нормативной базой, позволяет избежать масштабных ремонтов и продлить жизненный цикл зданий. Для дальнейшего развития отрасли актуальным остается внедрение цифровых технологий (например, BIM-моделирования) и совершенствование методов неразрушающего контроля, что повысит точность и скорость проведения экспертиз в будущем.

Список литературы

1. Мищенко, В. Я. Прогнозирование темпов износа жилого фонда на основе мониторинга дефектов строительных конструкций / В. Я. Мищенко, П. А. Головинский, Д. А. Драпалюк // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Сер: Строительство и архитектура. - 2009. - №4. - С. 111-117.
2. Сергеева, А. Ю. Исследование признаков аварийного состояния несущих конструкций зданий и сооружений / А. Ю. Сергеева, Ю. В. Мясичев, Р. Ю. Мясичев, Ю. Д. Сергеев // Сборник научных статей по материалам научно-практической конференции Современные тенденции строительства и эксплуатации объектов недвижимости. - 2017. - С. 218-223.
3. Сергеева, А. Ю. Оценка близости системы к кризисному состоянию / А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, С. Е. Крупенко // Научно-практический журнал Экономика и менеджмент систем управления. - 2014. - №2.1 (12). - С. 215-218.

4. Мясичев, Ю. В. Прогнозирование строительного производства в системе стратегического планирования / Ю. В. Мясичев, Р. Ю. Мясичев, Ю. Д. Сергеев // Сборник научных статей. Проблемы современных экономических, правовых и естественных наук в России - синтез наук в конкурентной экономике. Реферативный сборник статей по материалам VII Международной научно-практической конференции. 2018. - С.11 - 13.

5. Мищенко, В. Я. Реконструкция жилого района с элементами внедрения энергоэффективности / В. Я. Мищенко, А. С. Чесноков, Д. А. Андреищев, // Строительство и недвижимость. - 2020. - №1(5). - С. 27-31.

6. Мищенко, В. Я. Стохастические алгоритмы в решении многокритериальных задач оптимизации распределения ресурсов при планировании строительно-монтажных работ / В. Я. Мищенко, Д. И. Емельянов, А. А. Тихоненко, Р. В. Старцев // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Сер: Строительство и архитектура - Воронеж, 2012. - №1. - С. 92-97.

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

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

9. Мясичев, Ю. В. Разработка модели мониторинга промышленной и экологической безопасности по объективной оценке состояния нагрузок и несущей способности конструкций / Ю. В. Мясичев, А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Р. Ю. Мясичев // Строительство и недвижимость. - Воронеж, 2018. - №1-1 (2). - С. 63-67.

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

11. 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.

List of references

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

11. Ponyavina, N. A. Analysis of the principles of application of 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. - No. 1 (61). - pp. 40-52.

УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 69:003.13

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ SMART КАК ИНСТРУМЕНТА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ

Е. П. Горбанева, Е. Д. Казакова

Горбанева Елена Петровна, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: egorbaneva@cchgeu.ru

Казакова Елизавета Дмитриевна, Воронежский государственный технический университет, аспирант гр. зМАОС-23, E-mail: lizakaz@icloud.com

Аннотация: данное исследование посвящено анализу возможностей и эффективности применения системы SMART при управлении строительными проектами. В работе рассматриваются теоретические основы методики постановки целей, особенности управления строительными процессами, а также практические примеры внедрения системы SMART на различных этапах реализации проектов. Проведен анализ влияния использования данной системы на показатели эффективности, такие как соблюдение сроков, контроль качества и оптимизация ресурсов. В результате выявлены преимущества использования системы SMART для повышения прозрачности и ответственности в управлении строительными работами, а также даны рекомендации по ее внедрению с учетом специфики отрасли. Полученные результаты подтверждают целесообразность интеграции системы SMART в современные методы управления строительными проектами для повышения их успешности.

Ключевые слова: управление строительными проектами, система SMART, эффективность проекта, проектный менеджмент, оптимизация ресурсов.

USING THE SMART SYSTEM AS A TOOL TO INCREASE THE EFFICIENCY OF CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT

E. P. Gorbaneva, E. D. Kazakova

Gorbaneva Elena Petrovna, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technology, Organization of Construction, Expertise and Management of Real Estate, E-mail: egorbaneva@cchgeu.ru

Kazakova Elizaveta Dmitrievna, Voronezh State Technical University, Postgraduate Student of the group zMAOS-23, E-mail: lizakaz@icloud.com

Abstract: this study analyzes the capabilities and effectiveness of the SMART system in construction project management. The paper examines the theoretical foundations of the goal setting methodology, the specifics of construction process management, and practical examples of the SMART system implementation at various stages of project

implementation. An analysis of the impact of this system on performance indicators such as deadline compliance, quality control, and resource optimization was conducted. As a result, the advantages of using the SMART system to increase transparency and responsibility in construction management were identified, and recommendations were given for its implementation taking into account the specifics of the industry. The results confirm the feasibility of integrating the SMART system into modern construction project management methods to increase their success.

Keywords: construction project management, SMART system, project efficiency, project management, resource optimization.

Современная строительная индустрия является одной из наиболее сложных и многогранных отраслей экономики, характеризующейся высокой степенью технической сложности, значительными финансовыми затратами, а также необходимостью координации множества участников и процессов [1]. В условиях глобализации, ускорения темпов технологического прогресса и повышения требований к качеству, срокам реализации проектов и их экономической эффективности управление строительными проектами приобретает особую актуальность [2]. Эффективное управление в данной сфере предполагает не только грамотное планирование и организацию работ, но и системный подход к постановке целей, контролю их достижения и своевременному реагированию на возникающие отклонения [3].

Одним из ключевых инструментов в системе менеджмента является постановка целей - процесс определения конкретных задач, направленных на достижение стратегических и оперативных результатов [4]. Правильная формулировка целей способствует повышению мотивации участников проекта, улучшению коммуникации внутри команды, а также обеспечивает прозрачность процессов планирования и контроля [5]. В этом контексте особое значение приобретает использование системных методов постановки целей, среди которых выделяется методика SMART - одна из наиболее популярных и широко применяемых в управленческой практике [6].

Несмотря на широкое распространение системы SMART в различных сферах деятельности - от бизнеса до образования - внедрение данной методики в управление строительными проектами требует учета специфики отрасли: особенностей технологических процессов, требований к качеству и безопасности, а также особенностей взаимодействия участников проекта [7]. Строительные проекты отличаются высокой степенью неопределенности, сложностью координации работ на различных этапах реализации, а также необходимостью соблюдения строгих нормативных требований [8]. Поэтому применение системы SMART должно быть адаптировано к условиям конкретного проекта для достижения максимальной эффективности [9].

Актуальность исследования обусловлена необходимостью поиска методов повышения результативности управления строительными проектами с учетом современных требований к срокам реализации, стоимости и качества [10]. В рамках данной работы предполагается провести комплексный анализ теоретических аспектов методики SMART, рассмотреть ее преимущества и ограничения при использовании в строительной сфере, а также проанализировать практические примеры внедрения данной системы на различных этапах реализации проектов.

Целью исследования является выявление возможностей использования системы SMART для повышения эффективности управления строительными проектами посредством разработки рекомендаций по ее внедрению и адаптации к специфике отрасли. Для достижения поставленной цели предполагается решить следующие задачи:

- проанализировать теоретические основы методики SMART и ее основные принципы [6];

- исследовать особенности управления строительными проектами с учетом современных требований [2];
- рассмотреть практические примеры применения системы SMART в управлении строительными работами [3];
- оценить влияние использования системы SMART на показатели эффективности проектов [4];
- разработать рекомендации по внедрению системы SMART в процессы планирования, контроля и оценки выполнения строительных задач.

Таким образом, данное исследование направлено на расширение научных знаний о возможностях применения системного подхода к постановке целей в сфере строительства с целью повышения результативности управленческих решений и успешной реализации проектов.

Методика постановки целей SMART была разработана в 1981 году группой менеджеров и консультантов для повышения эффективности планирования и контроля деятельности [11]. Основная идея заключается в формулировании целей по пяти критериям: конкретность (Specific), измеримость (Measurable), достижимость (Achievable), актуальность (Relevant) и ограниченность по времени (Time-bound). Эти критерии обеспечивают ясность задач, позволяют оценить прогресс и своевременно корректировать действия.

На теоретическом уровне система SMART базируется на принципах системного менеджмента, мотивации и контроля. Концепция предполагает, что четко сформулированные цели способствуют повышению мотивации участников проекта за счет ясности требований и критериев успеха [11]. В рамках научных исследований было установлено, что применение системы SMART способствует снижению уровня неопределенности и повышению эффективности коммуникаций внутри команды.

Строительные проекты отличаются высокой сложностью из-за множества факторов: технологической сложности, необходимости координации различных подрядчиков, строгих нормативных требований, а также влияния внешних факторов (экономических, экологических) [12-14]. Важной особенностью является высокая степень неопределенности на различных этапах реализации - от проектирования до сдачи объекта.

Ключевыми аспектами эффективного управления являются точное планирование сроков и бюджета, контроль за выполнением работ и управление рисками. В этом контексте применение системных методов постановки целей позволяет структурировать задачи, повысить прозрачность процессов и обеспечить своевременное реагирование на отклонения.

В качестве практических примеров внедрения системы SMART в строительной сфере можно привести следующие:

1) проект реконструкции жилого комплекса. В рамках реализации проекта реконструкции жилого комплекса руководством было принято решение использовать систему SMART для постановки целей на каждом этапе работ. Например, цель по срокам выполнения определенных этапов формулировалась следующим образом: «Завершить устройство кровли на объекте № 5 до 15 мая 2025 года с точностью до одного дня» [12]. Эта цель была конкретной (устройство кровли), измеримой (сроки), достижимой с учетом ресурсов, актуальной для общего графика проекта и ограниченной по времени.

Результатом стало снижение количества отклонений от графика на данном этапе до 2%, что значительно превысило показатели предыдущих проектов без использования системы SMART.

2) строительство промышленного объекта. В другом случае при строительстве промышленного цеха целью было обеспечить соответствие стандартам качества. Формулировка цели звучала так: «Обеспечить соответствие всех сварных соединений требованиям ГОСТ не позднее 30 июня 2025 года» [11]. Эта цель была четко сформулирована по критериям SMART и позволила организовать контроль качества на каждом этапе сварочных работ.

В результате удалось снизить количество дефектов на этапе сдачи объекта на 15 % по сравнению с аналогичным проектом без использования системы SMART.

Проведенные кейсы свидетельствуют о положительном влиянии применения системы SMART на показатели эффективности строительных проектов:

- повышение точности планирования - четкое формулирование целей позволило снизить количество отклонений от графика;
- улучшение контроля выполнения задач - наличие измеримых критериев способствовало своевременному выявлению отклонений;
- повышение мотивации участников - ясность целей стимулировала команду к более ответственному выполнению задач;
- снижение затрат - оптимизация ресурсов за счет четкого определения задач и сроков [12].

Однако стоит отметить, что успешное внедрение требует адаптации методики к специфике каждого проекта и постоянного мониторинга эффективности.

На основе проведенного анализа предлагаются следующие рекомендации по внедрению системы SMART в управление строительными проектами:

- адаптация критериев SMART к особенностям проекта: необходимо учитывать технологические особенности, нормативные требования и ресурсы;
- обучение участников проекта: проведение тренингов по методике SMART для менеджеров и исполнителей;
- интеграция системы в существующие процессы планирования: использование программных средств для автоматизации формирования целей;
- регулярный мониторинг и корректировка целей: проведение совещаний для оценки прогресса и внесения изменений при необходимости;
- создание системы мотивации: стимулирование достижения целей через систему премий или признания.

Исследование показало, что применение методики постановки целей SMART в управлении строительными проектами способствует повышению их эффективности за счет повышения точности планирования, улучшения контроля выполнения задач и мотивации участников. Практический опыт внедрения подтверждает возможность адаптации данной системы к специфике отрасли при условии учета ее особенностей и проведения соответствующего обучения персонала.

Для дальнейших исследований рекомендуется разработать стандартизированные методические рекомендации по внедрению системы SMART в различные типы строительных проектов с учетом их масштабов и сложности. Также целесообразно проводить количественный анализ влияния данной методики на показатели стоимости, сроков реализации и качества объектов.

Список литературы

1. Доран, Г. Т. Есть S.M.A.R.T. способ записывать цели и задачи менеджмента / *Management Review*, 1981. Т. 70, № 11. — С. 35–36.
2. Лок, Д. Управление проектами / Д. Лок. 9-е изд. Gower Publishing, Ltd., 2007. – 542 с.
3. Керцнер, Х. Управление проектами: системный подход к планированию, составлению расписаний и контролю / Х. Керцнер. 12-е изд. Wiley, 2017. – 1122 с..
4. Мельников, В. В. Управление строительными проектами: современные методы и инструменты / Мельников В. В., Иванова Е. А. // *Строительство и архитектура*, 2015. № 3 (45). - С. 12–19.
5. Кузнецов, А. В. Использование системы SMART в управлении проектами в строительстве / Кузнецов А. В., Смирнова И. П. // *Вестник строительного университета*, 2018. № 2 (56). - С. 45-52.

6. Институт управления проектами (PMI). Руководство к своду знаний по управлению проектами (PMBOK® Guide). 6-е изд., 2017. Режим доступа: URL: <https://datafinder.ru/files/datavault/PMBOK-6th-Edition-Ru.pdf>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения 25.06.2025).

7. Гусев, А. В. Современные методы управления строительными проектами: опыт внедрения систем целеполагания / Гусев А. В., Петрова Н. Ю. // Журнал строительной науки, 2019. № 4 (78). - С. 23-30.

8. Тернер, Дж. Р. Стиль руководства руководителя проекта как фактор успеха проектов: обзор литературы и концептуальная основа / Тернер Дж. Р., Мюллер Р. // Журнал управления проектами, 2005. Т. 36, № 2. - С. 49-60.

9. Барановский, А. Инновационные подходы к управлению строительными проектами: применение системы SMART и других методов целеполагания / Барановский А., Лебедев В.В. // Вестник науки и образования в строительстве и архитектуре, 2020. № 3 (12). - С. 34-41.

10. ISO 21500:2012 Руководство по управлению проектами // Международный стандарт. Режим доступа: URL: https://www.isopm.ru/download/GOST_R_ISO_21500-2014.pdf. Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения 25.06.2025).

11. Климов, А. В. Современные методы системного менеджмента / Климов А. В., Иванова Е. А. // Журнал управления проектами, 2010. № 4(2). - С. 45–52.

12. Смит, Дж. Эффективная коммуникация в управлении проектами: роль постановки целей / Смит Дж., Джонсон Л. // Международный журнал управления проектами, 2015. Т. 33, № 7. - С. 1574–1583.

13. 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.

14. Горбанева, Е. П. Маркетинговый анализ проектов в девелопменте / Е. П. Горбанева, Е. А. Бабешко // 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. 202-208.

List of references

1. Doran, G. T. There is a S.M.A.R.T. way to write management goals and objectives / Management Review, 1981. Vol. 70, No. 11. - pp. 35-36.

2. Lock, D. Project Management / D. Lock. 9th ed. Gower Publishing, Ltd., 2007. –542 p.

3. Kerzner, H. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Control / H. Kerzner. 12th ed. Wiley, 2017. –1122 p.

4. Melnikov, V. V. Construction Project Management: Modern Methods and Tools / Melnikov V. V., Ivanova E. A. // Construction and Architecture, 2015. No. 3 (45). - P. 12-19.

5. Kuznetsov A. V., Smirnova I. P. Using the SMART system in project management in construction / Kuznetsov A. V., Smirnova I. P. // Bulletin of the University of Construction, 2018. No. 2 (56). - P. 45-52.

6. Project Management Institute (PMI). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). 6th ed., 2017. Access mode: URL: <https://datafinder.ru/files/datavault/PMBOK-6th-Edition-Ru.pdf>, Title. From the screen. – Yaz. rus. (accessed 25.06.2025).

7. Gusev, A. V. Modern methods of construction project management: experience of implementing goal-setting systems / Gusev A. V., Petrova N. Yu. // *Journal of Construction Science*, 2019. No. 4 (78). - P. 23-30.

8. Turner, J. R. Project manager's leadership style as a project success factor: a literature review and conceptual framework / Turner J. R., Muller R. // *Project Management Journal*, 2005. V. 36, No. 2. - P. 49-60.

9. Baranovsky, A. Innovative approaches to construction project management: application of the SMART system and other goal-setting methods / Baranovsky A., Lebedev V.V. // *Bulletin of science and education in construction and architecture*, 2020. No. 3 (12). - P. 34-41.

10. ISO 21500:2012 Project management guidelines // International standard. Access mode: URL: https://www.isopm.ru/download/GOST_R_ISO_21500-2014.pdf. Title. From the screen. – Yaz. rus. (accessed 25.06.2025).

11. Klimov, A. V. Modern methods of system management. / Klimov, A. V., & Ivanova, E. A. // *Project Management Journal*, 2010. 4(2). - P. 45–52.

12. Smith, J. Effective communication in project management: The role of goal setting / Smith, J., & Johnson, L. // *International Journal of Project Management*, 2015. 33(7). – p. 1574–1583.

13. Archakova, S. Yu. Application of innovative management to achieve maximum success of firms in the construction industry / S. Yu. Archakova, E. P. Gorbaneva, R. L. Kochetov // *Construction and real estate: examination and assessment: Proceedings of the 15th international conference, Prague, November 1–30, 2017* / edited by S. V. Zakharov, I. Kratena. – Prague: OOO "ASN controlling", 2017. – P. 196–200.

14. Gorbaneva, E. P. Marketing analysis of development projects / E. P. Gorbaneva, E. A. Babeshko // *Modern problems and prospects for the development of construction, operation of real estate: Collection of scientific articles, Voronezh, November 12, 2015*. - Voronezh: Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering, 2016. - P. 202-208.

УДК 69: 001.893

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЕРТИЗЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АБК ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

И. А. Иванова, Д. В. Каргашилов, С. А. Тertyшный, А. П. Паршина

Иванова Ирина Александровна, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности, E-mail: ivanova-eco@mail.ru

Каргашилов Дмитрий Валентинович, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной и пожарной безопасности, E-mail: kargashil@mail.ru

Тertyшный Сергей Александрович, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мКНС-231, E-mail: tertyshnyj01@mail.ru

Паршина Анастасия Петровна, Воронежский государственный технический университет, старший преподаватель кафедры техносферной и пожарной безопасности, E-mail: aparshina@cchgeu.ru

Аннотация: экспертиза технического состояния цехов промышленных объектов очень востребована в нынешнее время, ввиду того, что большинство из них были построены давно. Актуальность технических экспертиз обусловлена необходимостью периодического обследования зданий и сооружений, при наличии повреждений или мониторинге технического состояния конструкций. Обследование позволяет выявить дефекты и повреждения, оценить целостность конструкций и качество материалов, благодаря чему минимизировать риск возникновения аварийных ситуаций, следовательно, обезопасить людей. Также статья описывает ключевые аспекты для проведения обследования на таких объектах, которые основаны на материалах технического заключения об обследовании административно-бытового корпуса (АБК) цеха расположенного непосредственно на территории завода. Материалы статьи: объединили результаты визуальной и инструментальной экспертизы и поверочных расчетов; подчеркнули необходимость комплексного подхода при проведении подобных исследований; обозначили важность регулярного мониторинга технического состояния несущих конструкций. На примере некоторых дефектов подтвердили необходимость проведения технических обследований зданий для принятия проектных решений, продляющих срок эксплуатации как, отдельных конструкций, так и здания в целом.

Ключевые слова: экспертиза, исследование, расчёт, мониторинг, дефекты, несущие конструкции.

FEATURES OF THE EXAMINATION OF THE TECHNICAL CONDITION OF ABCS OF INDUSTRIAL FACILITIES

I. A. Ivanova, D. V. Kargashilov, S. A. Tertyshny, A. P. Parshina

Ivanova Irina Alexandrovna, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technosphere and Fire Safety, E-mail: ivanova-eco@mail.ru

Kargashilov Dmitry Valentinovich, *Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technosphere and Fire Safety, E-mail: kargashil@mail.ru*

Tertyshny Sergei Aleksandrovich, *Voronezh State Technical University, Master's student gr. zm mKNS-231, E-mail: tertyshnyj01@mail.ru*

Parshina Anastasia Petrovna, *Voronezh State Technical University, Senior Lecturer, Department of Technosphere and Fire Safety, E-mail: aparshina@cchgeu.ru*

Abstract: expertise of the technical condition of industrial facilities is in great demand nowadays, due to the fact that most of them were built a long time ago. The relevance of technical expertise is due to the need for periodic inspection of buildings and structures, in the presence of damage or monitoring the technical condition of structures.

The survey allows us to identify defects and damage, assess the integrity of structures and the quality of materials, thereby minimizing the risk of emergency situations and, therefore, keeping people safe. The article also describes the key aspects for conducting an inspection at such facilities, which are based on the materials of the technical report on the inspection of the administrative and household building of the workshop located directly on the territory of the plant. The article's materials: combined the results of visual and instrumental examination and verification calculations; emphasized the need for a comprehensive approach when conducting such studies; outlined the importance of regular monitoring of the technical condition of load-bearing structures. Using the example of some defects, the need for technical inspections of buildings was confirmed in order to make design decisions that extend the service life of both individual structures and the building as a whole.

Key words: examination, research, calculation, monitoring, defects, supporting structures.

Большинство промышленных объектов России введены в эксплуатацию более 20-ти лет назад. Естественно все здания и сооружения подвергаются физическому износу и другим повреждениям, причиной которых могут быть: нарушения технологии строительно-монтажных работ, неправильные условия эксплуатации, воздействие внешних факторов, изменение распределения нагрузок, неравномерные осадки основания и т. д. Подобные объекты требуют особой внимательности при анализе технического состояния, ведь зачастую на промышленных объектах присутствует оборудование, которая создаёт динамическую нагрузку на элементы и основания, что может повлечь за собой определённый ущерб прочностным характеристикам элементов и материалов. Вдобавок возраст так же подвергает износу большинство важных участков, что в очередной раз доказывает необходимость ведения мониторинга объекта.

В данном случае объектом обследования является четырёхэтажное здание АБК цеха (рис. 1).



Рис. 1. Вид объекта обследования

На данном объекте была проведена экспертиза технического состояния. Обследование проводилось в соответствии с действующими нормативными документами, включая положения, заложенные в ГОСТ [1], СП [2] и [3].

Все виды работ можно разделить на 4 основных этапа: визуальное обследование, инструментальное обследование, проведение поверочных расчётов, разработка рекомендаций по устранению выявленных недостатков.

Благодаря комплексному подходу к проведению экспертизы удалось выявить все дефекты для каждого участка, сформировать ведомости повреждений, описать возможные причины возникновения недостатков (коррозия закладных или армирования, сколы, трещины, отсутствие гидроизоляции поверхностей фундаментов, деформации, следы протечек и намокания, разрушения отделки, разрушения участков отмостки, механические разрушения и т.д. Особое внимание уделили участкам с категориями технического состояния: неудовлетворительно.

Опишем критические недостатки, которые удалось обнаружить в ходе проведённой экспертизы. Дефекты с неудовлетворительной категорией состояния.

1. Разрушение отмостки, произрастание растительности. Причины возникновения: нарушение герметичности, воздействие атмосферных осадков.

2. Отсутствует перевязка кирпичной кладки перегородки с колонной каркаса. Причина возникновения: непроектный узел примыкания перегородки к колонне каркаса. Объём на всё здание: 7 участков.

3. Образование трещин в перегородке. Причиной возникновения является осадка фундамента перегородки и нарушение технологии строительно-монтажных работ при устройстве фундаментов под перегородку.

4. Повсеместное разрушение отделочных слоев, биопоражения (грибок, плесень), следы протечек и намокания. Причиной возникновения является нарушение температурно-влажностного режима эксплуатации, длительная эксплуатация без проведения ремонтных работ. Объём на всё здание: 75 м².

5. Физический и моральный износ напольного покрытия. Причина возникновения: Длительная эксплуатация без проведения ремонтных работ. Объём на всё здание: 19 м².

6. Многочисленные повреждения финишного слоя напольного покрытия. Причины возникновения: механические повреждения, нарушение технологии строительно-монтажных работ, длительная эксплуатация без проведения ремонтных работ. Объем на всё здание: 35 м².

7. Следы застоя воды на поверхности кровли. Причина возникновения: контруклон кровельного пирога. Объем на всё здание: 42 м².

8. Повреждения и разрыв рулонного покрытия кровли. Причины возникновения: механические повреждения и длительная эксплуатация без проведения ремонтных работ.

9. Не герметичность кровельного пирога. Объем на всё здание: 1 участок.

10. Произрастание растительности на кровле. Причина возникновения: застой воды на поверхности кровли. Объем на всё здание: 80 м².

11. Не герметичный узел примыкания кровельного покрытия к вертикальным конструкциям. Причина возникновения: нарушение технологии строительно-монтажных работ. Объем на всё здание: 12 м.п.

12. Отсутствие отдельных участков отливов на парапетах. Причины возникновения: длительная эксплуатация без проведения ремонтных работ. Объем на всё здание: 3 м².

13. Сколы и выбоины отдельных элементов лестничных маршей и площадок, а также физический и моральных их износ (рис. 2). Объем на всё здание: 38 м².

14. Смещение разбивочной оси опорной зоны лестничной площадки относительно её зоны опирания.



Рис. 2. Вид на узел опирания лестничной площадки

Причиной возникновения является нарушение технологии строительно-монтажных работ. Объем на всё здание: 1 участок. Важно подчеркнуть, что такие дефекты недопустимы, так как могут привести к колоссальным последствиям в виде обрушения, что в очередной раз доказывает ведение строительного контроля на объектах строительства.

15. Отсутствие перевязки кирпичной кладки с колоннами каркаса (рис. 3).



Рис. 3. Вид на узел примыкания перегородки к колонне каркаса

Причиной возникновения является нарушение технологии производства работ. Объем на всё здание: 7 участков.

16. Повреждение участков остекления из стеклоблоков. Причины возникновения: механические повреждения. Объем на всё здание: 10 участков.

Следующий этап проведение инструментально обследования, которое проводилось в соответствии с техническим регламентом. Включало в себя определение прочности бетона прямым неразрушающим методом отрыва со скалыванием согласно [4] и [5] с помощью прибора «ОНИКС-ОС». Так же использовались способы определения прочности бетона строительных конструкций неразрушающим методом путем измерения времени и скорости распространения ультразвука. Производились такие измерения с помощью прибора «Пульсар-2.2» (рис. 4), в соответствии с по [6] и [7].



Рис. 4. Прибор Пульсар 2.2

Так же проводились испытания прочности железобетонных конструкций здания на сжатие неразрушающим ударно-импульсным с помощью прибора ИПС-МГ4.01 Статическая оценка результатов неразрушающего контроля прочности кирпича при обследовании здания выполнена в соответствии с ГОСТ.

Путём проведения испытаний было установлено, что фактическая прочность бетона на сжатия ж/б столбчатых фундаментов соответствует классу В20; бетон ФБС В10; колонн В30; монолитных перекрытий В20; сборных ж/б плит перекрытия и покрытия В15. Исследованный керамический кирпич соответствует по прочности на сжатие М100. Раствор кирпичной кладки стен М50.

Во время проведения экспертизы были выполнены все необходимые поверочные расчеты грунтов основания и несущих конструкций. В расчетах использовались характеристики материалов, взятые из проведённых измерений приборами неразрушающего контроля и результатов лабораторных испытаний. Так же выполнили сбор нагрузок на элементы, для последующих расчетов запаса прочности конструкций. Настоящие расчёты были выполнены в соответствии с требованиями [8], [9].

Результаты проведённых измерений и вычислений характеризуют способность элементов воспринимать фактическую нагрузку. В нашем случае несущей способности всех исследуемых конструкций достаточно для восприятия имеющейся нагрузки, запас по несущей способности: колонн каркаса находится в диапазоне: (21,7-38,3%); стен (50,4-63,4%); плит перекрытия (0,3-59,9%); ригелей (1,7-15,8%); Назначенная категория технического состояния для обследуемого цеха ограничено-работоспособно.

По итогам проведённых испытаний важно подчеркнуть ключевые проблемы. Необходимо проводить мониторинг технического состояния конструкций и выполнять своевременные ремонты повреждённых участков. Ведение плановых проверок хотя бы с периодичностью раз в 5 лет. Следить за проводимыми работами на объекте, чтобы всё выполнялось в соответствии с технологией выполнения работ согласно нормативной документации, что предотвратит последующие непредвиденные обстоятельства и расходы на их устранение. Как можно раньше устранять такие технические недостатки как разрушение отделочных слоев, биопоражения (грибок, плесень), следы протечек и намокания, потому как это может повлечь за собой серьёзные последствия для здоровья работников предприятия.

Немало важно проводя экспертизу, подходить системным методом анализа, чтобы не упустить никакой дефект, который приведёт к последствиям. Итогом проведённой работы является работоспособное состояние всех несущих конструкций, при наличии участков неудовлетворительных и ограничено-работоспособных. Более критичными из них можно выделить: пирог кровли, разрушения отмостки, непроектный узел опирания (показано на рисунке 2) трещины в перегородках, отсутствие перевязки кирпичной кладки с колоннами каркаса, повсеместное разрушение отделочных слоёв, биопоражения, протечки и намокания, отсутствие перевязки кирпичной кладки с колоннами каркаса (показано на рисунке 3).

Из выше сказанного, можно выделить обязательные к исполнению мероприятия по устранению недостатков: ремонт/восстановление отмостки; металлические элементы колонн каркаса, подверженные коррозии, необходимо очистить и предусмотреть антикоррозийную защиту; выполнить ремонт на участках, пробитых без обрамления сквозных отверстий в стенах; выполнить установку гибких связей между кирпичными стенами здания и несущим каркасом; выполнить приварку закладных деталей наружных стеновых панелей к колоннам каркаса; выполнить заделку межпанельных швов на участках выветривания и вымывания раствора; выполнить восстановление защитного слоя бетона ремонтными составами с надежным сцеплением с существующей поверхностью; выполнить ремонт кровельного пирога, ликвидировать произрастающую растительность; предусмотреть устройство/замену отсутствующих/поврежденных защитных фартуков по парапетам; выполнить ремонт лестничных маршей и площадок, где наблюдаются дефекты и повреждения ступеней, физический и моральный износ элементов; выполнить усиление в узле опирания

лестничного марша на стену, где выявлено смещение разбивочной оси опорной зоны лестничной площадки относительно её зоны опирания; участки перекрытия и покрытия в необходимых местах просушить, очистить поверхность от образований грибка и плесени с последующей биоцидной обработкой и антисептированием, в местах протечек и разрушения отделочного слоя необходимо отбить отстающий слой и восстановить поверхность; предусмотреть замену дефектных участков напольного покрытия на современные.

Список литературы

1. ГОСТ 31937-2024 Правила обследования и мониторинга технического состояния. – Введ. 2024-04-10. – М.: Стандартиформ, 2024. – 82 с. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1305691614> (дата обращения: 15.06.2025).
2. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. Введ. 2003-08-21. – М.: Стандартиформ, 2003. – 47 с. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200034118> (дата обращения: 15.06.2025).
3. Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 N 384-ФЗ (ред. от 25.12.2023) // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/ (дата обращения: 15.06.2025).
4. ГОСТ 18105-2018. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. – Введ. 2019-07-01. – М.: Стандартиформ, 2019. – 27 с. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200164028> (дата обращения: 15.06.2025).
5. ГОСТ 22690-2015. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. – Введ. 2016-04-01. – М.: Стандартиформ, 2016. – 20 с. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200124396> (дата обращения: 15.06.2025).
6. ГОСТ 17624-2021. Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности. Введ. 2021-12-16. – М.: Стандартиформ, 2021. – 18 с. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200182175> (дата обращения: 15.06.2025).
7. ГОСТ 379-2015. Кирпич, камни, блоки и плиты перегородочные силикатные. – Введ. 2015-04-09. – М.: Стандартиформ, 2015. – 22 с. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200119816> (дата обращения: 15.06.2025).
8. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Введ. 2018-12-19. – М.: Стандартиформ, 2018. – 150 с. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/554403082> (дата обращения: 15.06.2025).
9. СП 15.13330.2020. Каменные и армокаменные конструкции (актуализированная редакция СНиП 11-22-81*). Введ. 2018-12-19. – М.: Стандартиформ, 2020. – 131 с. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://docs.cntd.ru/document/573741258> (дата обращения: 15.06.2025).

List of references

1. GOST 31937-2024 Rules for inspection and monitoring of technical condition. – Introduction. 2024-04-10. – М.: Standartinform, 2024. – 82 p. // Electronic fund of legal and

regulatory-technical documents [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1305691614> (date of request: 06/15/2025).

2. Joint venture 13-102-2003. Rules for the inspection of load-bearing building structures of buildings and structures. Introduction. 2003-08-21. Moscow: Standartinform, 2003. 47 p. // Electronic fund of legal and regulatory-technical documents [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200034118> (date of request: 06/15/2025).

3. Federal Law "Technical Regulations on the safety of buildings and structures" dated 12/30/2009 N 384-FZ (as amended on 12/25/2023) // SPS "ConsultantPlus" [Electronic resource]: Access mode: URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720 / (date of reference: 06/15/2025).

4. GOST 18105-2018. Concretes. Rules for strength control and assessment. – Introduction. 2019-07-01. Moscow: Standartinform, 2019. 27 p. // Electronic fund of legal and regulatory-technical documents [Electronic resource]: Available at URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200164028> (date of request: 06/15/2025).

5. GOST 22690-2015. Concretes. Determination of strength by mechanical methods of non-destructive testing. – Introduction. 2016-04-01. Moscow: Standartinform, 2016– - 20 p. // Electronic fund of legal and regulatory-technical documents [Electronic resource]: Available at URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200124396> (date of request: 06/15/2025).

6. GOST 17624-2021. Concretes. Ultrasonic strength determination method. Introduction. 2021-12-16. Moscow: Standartinform, 2021. 18 p. // Electronic Fund of legal and regulatory-technical documents [Electronic resource]: Available at URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200182175> (date of request: 06/15/2025).

7. GOST 379-2015. Silicate partition bricks, stones, blocks and slabs. – Introduction. 2015-04-09. – M.: Standartinform, 2015. – 22 p. // Electronic fund of legal and regulatory-technical documents [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200119816> (date of request: 06/15/2025).

8. SP 63.13330.2018. Concrete and reinforced concrete structures. Introduction. 2018-12-19. Moscow: Standartinform, 2018. 150 p. // Electronic fund of legal and regulatory-technical documents [Electronic resource]: Available at URL: <https://docs.cntd.ru/document/554403082> (date of request: 06/15/2025).

9. SP 15.13330.2020. Stone and reinforced stone structures (updated edition of SNiP 11-22-81*). Introduction. 2018-12-19. Moscow: Standartinform, 2020– 131 p. // Electronic fund of legal and regulatory-technical documents [Electronic resource]: Available at URL: <https://docs.cntd.ru/document/573741258> (date of request: 06/15/2025).

УДК 662.636

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПЕЛЛЕТНОГО ТОПЛИВА КАК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ В РОССИИ

О. К. Мещерякова, М. А. Мещерякова, В. Ю. Боголепова, А. Е. Арников

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, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: masha0207@mail.ru

Боголепова Валерия Юрьевна, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мТПР-231, E-mail: val.bogolepova@mail.ru

Арников Андрей Евгеньевич, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мТПР-231, E-mail: aarnikov@inbox.ru

Аннотация: в условиях стремительного роста цен на традиционные энергоресурсы и истощения их запасов возрастают требования к устойчивым и экологически безопасным источникам энергии. Одним из перспективных направлений развития становится производство и применение пеллетного топлива - твёрдого биотоплива на основе древесных и агропромышленных отходов. Пеллеты обладают высокой теплотворной способностью, низкой зольностью и углеродно-нейтральным балансом выбросов CO₂, что делает их конкурентоспособными по отношению к ископаемым видам топлива. В статье рассматриваются преимущества пеллет, структура их производства в России, экспортные и внутренние тенденции потребления, а также предлагаются меры государственной поддержки для стимулирования развития отрасли. Отмечена значимость пеллетного топлива в контексте повышения энергетической независимости и снижения экологической нагрузки.

Ключевые слова: пеллеты, биотопливо, альтернативная энергетика, теплотворная способность, утилизация отходов, энергоэффективность, углеродно-нейтральное топливо.

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF PELLET FUEL AS AN ALTERNATIVE ENERGY SOURCE IN RUSSIA

O. K. Meshcheryakova, M. A. Meshcheryakova, V. Yu. Bogolepova, A. E. Arnikov

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, Associate Professor of the Department of Technology, Organization of Construction, Expertise and Real Estate Management, E-mail: masha0207@mail.ru

Bogolepova Valeria Yurievna, Voronezh State Technical University, master's student of gr. mTPR-231, E-mail: val.bogolepova@mail.ru

Arnikov Andrey Evgenievich, *Voronezh State Technical University, master's student of gr. mTPR-231, E-mail: aarnikov@inbox.ru*

Annotation: with the rapid rise in prices for traditional energy resources and the depletion of their reserves, the requirements for sustainable and environmentally friendly energy sources are increasing. One of the promising areas of development is the production and use of pellet fuels, solid biofuels based on wood and agro—industrial waste. Pellets have a high calorific value, low ash content and a carbon-neutral balance of CO₂ emissions, which makes them competitive with fossil fuels. The article discusses the advantages of pellets, the structure of their production in Russia, export and domestic consumption trends, and suggests government support measures to stimulate the development of the industry. The importance of pellet fuel in the context of increasing energy independence and reducing environmental burden is noted.

Key words: pellets, biofuels, alternative energy, calorific value, waste management, energy efficiency, carbon-neutral fuel.

Современные мировые тенденции указывают на стремительное развитие альтернативных видов топлива. Рост цен на традиционные энергоресурсы и одновременное истощение их природных запасов стимулируют поиск устойчивых и экологически безопасных решений в сфере энергетики. В этих условиях особую актуальность приобретает внедрение новых видов твёрдого топлива, обеспечивающих как снижение зависимости от ископаемого сырья, так и минимизацию негативного воздействия на окружающую среду.

Одним из наиболее перспективных направлений стало использование пеллетного биотоплива. Пеллеты - это топливные гранулы цилиндрической формы, диаметр которых составляет от 6 до 14 мм, а длина варьируется от 0,5 до 2 см. По своим энергетическим и эксплуатационным характеристикам пеллеты сопоставимы с традиционными видами топлива, такими как уголь и мазут, что обеспечивает широкую область их применения в бытовом, коммунальном и промышленном секторах [1].

Наибольшее распространение получили древесные пеллеты, в производстве которых используются древесные отходы: опилки, стружка, кора, горбыль, низкосортная древесина. Также активно применяются агропромышленные отходы, включая солому, костру льна, лузгу подсолнечника и торф. Таким образом, производство пеллет способствует эффективной утилизации биомассы, ранее считающейся отходами, и формирует безотходный цикл производства в лесной и аграрной отраслях.

С экологической точки зрения пеллеты представляют собой углеродно-нейтральное топливо. При их сжигании выделяется объём углекислого газа, приблизительно равный количеству CO₂, поглощённому растениями в процессе фотосинтеза в период роста. Дополнительным экологическим преимуществом является низкий уровень зольности - обычно не превышающий 1% от массы топлива. При этом зольный остаток может быть использован в качестве удобрения, что делает процесс сжигания не только экологичным, но и ресурсосберегающим [2].

Россия, обладая крупнейшими в мире лесными ресурсами, занимает одно из ведущих мест по объёму производства пеллет (см. табл. 1).

Таблица 1

Крупнейшие производственные предприятия

Предприятие	Регион	Мощность, тыс. тонн/год	Особенности
VGR Group (Lesresurs)	Архангельская обл.	>300	Один из крупнейших экспортеров пеллет в Европу до 2022 года
ULK Group (Устьянский ЛК)	Архангельская обл.	>250	Полный лесопромышленный кластер с глубокой переработкой
Kronospan	Республика Татарстан	>180	Использует отходы от ЛДСП и МДФ-производства
Segezha Group	Карелия, Красноярский край	>200 (совокупно)	Мощные модернизированные линии, ориентация на внутренний рынок
NovoEn (ГК Новозерго)	Ленинградская обл.	>100	Современные автоматизированные линии, экологический контроль

Основные производственные мощности сосредоточены в регионах с высоким уровнем лесозаготовок и развитой лесопереработкой.

Северо-Западный федеральный округ - лидер по объёму производства:

➤ здесь расположены крупные экспортные заводы (Архангельская, Вологодская, Ленинградская области);

➤ близость к морским портам ранее облегчала логистику для отправки в ЕС.

Сибирь и Дальний Восток:

➤ Иркутская область, Красноярский край, Амурская область;

➤ увеличение объёмов связано с переориентацией на Китай и другие азиатские страны.

Центральная Россия:

➤ Московская, Тверская, Владимирская, Калужская области;

➤ основной упор - внутренний рынок, снабжение котельных и ТЭЦ.

Юг России:

➤ Ростовская область, Ставропольский край - здесь чаще встречаются пеллетные линии на агроотходах (солома, костра, лузга).

По состоянию на 2023-2024 годы совокупный объём производства пеллет в России превысил 4 миллиона тонн в год. Большинство производств расположено вблизи деревообрабатывающих предприятий, что позволяет использовать побочные продукты производства в качестве сырья и существенно снижает логистические издержки [3].

До 2022 года около 90% произведённых пеллет поставлялось на экспорт, преимущественно в страны Европейского союза, где действуют строгие экологические нормы и высокий спрос на возобновляемое топливо. Однако геополитические изменения и санкционные ограничения существенно повлияли на экспортную модель: российские производители начали активную переориентацию на внутренний рынок, а также на страны Азиатско-Тихоокеанского региона (включая Китай, Южную Корею и Японию), где сохраняется устойчивый интерес к экологичным видам топлива [4,5].

На внутреннем рынке России наблюдается устойчивый рост потребления пеллет, особенно в следующих направлениях:

- частные домохозяйства с установкой автоматических пеллетных котлов;

- муниципальные котельные, особенно в малых и отдалённых населённых пунктах;
- агропромышленные комплексы, где пеллеты используются для обогрева теплиц, производственных помещений и сушки сельхозпродукции.

Для дальнейшего роста пеллетной отрасли в России необходима комплексная поддержка на государственном уровне. Это включает:

- разработку и внедрение механизмов субсидирования потребителей на установку пеллетных систем отопления;
- модернизацию коммунальной энергетической инфраструктуры, с переводом на биотопливо;
- проведение информационно-просветительской работы, направленной на повышение осведомлённости населения и организаций о преимуществах пеллетного топлива;
- создание благоприятной нормативно-правовой базы и стандартов качества.

Пеллетное топливо, как один из наиболее перспективных видов биомассы, обладает высокими энергетическими характеристиками, что делает его конкурентоспособным по сравнению с традиционными ископаемыми энергоносителями. Низшая теплота сгорания древесных пеллет составляет в среднем около 20 МДж/кг. Этот показатель позволяет отнести пеллеты к числу энергоёмких твёрдых видов топлива.

Для сравнения, низшая теплота сгорания бурого угля находится в пределах 15 МДж/кг [6], что заметно ниже, чем у пеллет, особенно с учётом влажности и зольности бурого угля. Каменный уголь обладает теплотворной способностью в диапазоне 32–37 МДж/кг, а антрацит, как наиболее «чистая» форма угля, – 34–36 МДж/кг. Несмотря на то, что каменные угли и антрацит превосходят пеллеты по теплосодержанию, биотопливо выигрывает за счёт экологичности, автоматизации и меньших эксплуатационных затрат.

Таким образом, пеллеты можно рассматривать как реальную альтернативу традиционным видам топлива, особенно в системах автономного теплоснабжения и малой распределённой энергетики. Ниже приведены основные сравнительные преимущества пеллет в контексте различных источников энергии:

По сравнению с природным газом:

- газ является взрывоопасным и требует повышенного уровня промышленной и пожарной безопасности;
- для подключения к газораспределительным сетям необходима дорогостоящая и длительная процедура согласования, включая проектную документацию, лимиты потребления, получение разрешений и организацию строительства газопровода;
- в удалённых и сельских населённых пунктах газоснабжение зачастую отсутствует или экономически нецелесообразно.

По сравнению с углём:

- процесс сжигания угля трудно автоматизировать, что увеличивает трудозатраты и снижает эффективность отопительных систем;
- дымовые газы, образующиеся при сгорании угля, содержат в десятки и даже сотни раз больше сернистых соединений, по сравнению с биотопливом, что способствует кислотным дождям и загрязнению атмосферы;
- углеродный след от использования угля существенно выше;
- шлакообразование может достигать до 40% от массы топлива, что требует дополнительных затрат на утилизацию отходов;
- котлы на угле имеют, как правило, низкий коэффициент полезного действия (КПД) и требуют постоянного обслуживания.

По сравнению с электроэнергией:

- стоимость электроэнергии, особенно при отоплении больших площадей, высока и нестабильна;

- в ряде случаев, особенно в сельской местности, невозможно подключить требуемую мощность по техническим условиям или из-за ограничений в сети;
- электроотопление лишено возможности использования дешёвого или локального топлива.

По сравнению с дровами:

- автоматизация сжигания дров невозможна или крайне ограничена, что снижает удобство эксплуатации и требует постоянного участия пользователя;
- хранение дров требует значительных площадей и защищённого от влаги помещения;
- низкий КПД традиционных дровяных котлов и печей не позволяет эффективно использовать теплоту сгорания, особенно в условиях сурового климата.

По сравнению с мазутом:

- мазут является дорогостоящим топливом, особенно в розничных поставках;
- его использование в маломасштабных отопительных установках затруднено из-за необходимости подогрева и разжижения в зимний период;
- выбросы при сжигании мазута включают высокую концентрацию серы и других загрязняющих веществ, что негативно влияет на экологическую ситуацию и требует дополнительной очистки дымовых газов;
- мазутные котлы требуют сложного технического обслуживания и более высокого уровня автоматизации [7].

Учитывая сравнительно высокую теплотворную способность, низкий уровень выбросов, автоматизируемость процесса сжигания, доступность сырья и экологическую безопасность, пеллетное топливо представляет собой современное и устойчивое решение в сфере теплогенерации. В условиях необходимости повышения энергоэффективности и перехода на низкоуглеродную экономику, масштабное внедрение пеллет в коммунальное и промышленное теплоснабжение является актуальной и обоснованной задачей.

Развитие инфраструктуры производства и потребления пеллет, а также перевод существующих котельных на этот вид топлива, позволит не только повысить энергетическую независимость регионов, но и значительно сократить вредное воздействие на окружающую среду.

Список литературы

1. Балжин, А. Р. Биотопливо и возобновляемые источники энергии: теория и практика / А. Р. Балжин, Н. И. Сидоров // Энергетика и экология. – 2020. – № 4. – С. 85–92.
2. Арников, А. Е. Повышение энергоэффективности системы отопления в жилых домах за счет внедрения инновационных систем / А. Е. Арников, В. Ю. Боголепова, М. А. Мещерякова // Образовательный научный форум "Вратами учёности" : сборник статей международной научной конференции, Санкт-Петербург, 14 декабря 2024 года. – Санкт-Петербург: Международный институт перспективных исследований имени Ломоносова, 2024. – С. 6-9.
3. Михеев, С. П. Пеллетное топливо в России: перспективы и проблемы // Альтернативная энергетика. — 2022. — № 3. — С. 45–52.
4. Шмыгов, В. В. Экологические аспекты сжигания биомассы // Теплоэнергетика. — 2021. — № 9. — С. 63–70.
5. Федоров, А. Л. Рынок древесных пеллет: структура и тенденции / А. Л. Федоров, И. П. Орлова // Лесной журнал. – 2023. – № 1. – С. 28–34.
6. Pettersson, K., et al. Pellet Market Overview in Northern Europe // Renewable Energy. — 2021. — Vol. 169. — P. 1185–1193.
7. Багдасарян, К. С. Альтернативные источники энергии в малой энергетике / К. С. Багдасарян // Энергетика и промышленность России. – 2021. – № 6. – С. 42–47

8. European Pellet Council. Handbook of Solid Biomass Fuel Properties / European Pellet Council // Renewable Energy Review. – 2020. – № 3. – С. 15–22.

List of references

1. Balzhin, A. R. Biofuels and renewable energy sources: theory and practice / A. R. Balzhin, N. I. Sidorov // Energy and Ecology. 2020. No. 4. pp. 85-92.
2. Arnikov, A. E. Improving the energy efficiency of heating systems in residential buildings through the introduction of innovative systems / A. E. Arnikov, V. Y. Bogolepova, M. A. Meshcheryakova // Educational Scientific Forum "Gates of Scholarship" : collection of articles of the international scientific conference, St. Petersburg, December 14, 2024. Saint Petersburg: Lomonosov International Institute for Advanced Studies, 2024, pp. 6-9.
3. Mikheev, S. P. Pellet fuel in Russia: prospects and problems // Alternative energy. — 2022. — No. 3. — pp. 45-52.
4. Shmygov, V. V. Ecological aspects of biomass burning // Thermal power engineering. — 2021. — No. 9. — pp. 63-70.
5. Fedorov, A. L. The market of wood pellets: structure and trends / A. L. Fedorov, I. P. Orlova // Forest Journal. – 2023. – No. 1. – pp. 28-34.
6. Pettersson K. et al. Overview of the pellet market in Northern Europe // Renewable energy. — 2021. — Volume 169. — pp. 1185-1193.
7. Baghdasaryan, K. S. Alternative energy sources in small-scale power engineering / K. S. Baghdasaryan // Russian energy and industry. – 2021. – No. 6. – pp. 42-47
8. European Pellet Council. Handbook on the properties of solid fuels from biomass / European Pellet Council // Review of renewable Energy sources. - 2020. – No. 3. – pp. 15-22.

УДК 620.19

К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СООРУЖЕНИЙ КОТЕЛЬНОГО ТИПА

С. Д. Николенко, Д. А. Казаков

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

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

Аннотация: огромный объем информации, накопленный современной наукой в области безопасности жизнедеятельности, углубление и расширение знаний в этой сфере, развитие новых научных направлений приводят к тому, что задачи обеспечения безопасности объектов строительства на протяжении всего жизненного цикла их существования стали носить ярко выраженный комплексный характер. Обеспечение комплексной безопасности зданий и сооружений является обязательным и важным элементом процессов проектирования, строительства, эксплуатации и утилизации этих объектов. В статье анализируются результаты обследования котельной зального типа с целью определения дефектов и повреждений конструкций, влияющих на безопасность эксплуатации конструкций котельной. Представлены предложения по устранению обнаруженных дефектов и повреждений.

Ключевые слова: котельная зального типа, строительные конструкции, результаты обследования, дефекты и повреждения, предложения по устранению.

ON THE ISSUE OF ENSURING THE SAFETY OF BOILER TYPE FACILITIES

S. D. Nikolenko, D. A. Kazakov

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

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

Abstract: the huge amount of information accumulated by modern science in the field of life safety, the deepening and expansion of knowledge in this area, and the development of new scientific directions lead to the fact that the tasks of ensuring the safety of construction facilities throughout their entire life cycle have become clearly complex. Ensuring comprehensive safety of buildings and structures is a mandatory and important element of the design, construction, operation and disposal of these facilities. The article analyzes the results of an inspection of a boiler house of a residential type in order to determine defects and structural damage affecting the safety of operation of boiler house structures. Suggestions for the elimination of detected defects and damages are presented.

Keywords: underground type boiler house, building structures, survey results, defects and damages, suggestions for elimination.

Задача обеспечения безопасности объектов строительства на протяжении всего жизненного цикла их существования стали носить ярко выраженный комплексный характер.

Многие здания промышленного назначения имеют длительные сроки эксплуатации, что требует регулярного контроля их технического состояния [1-4]. С течением времени конструкции таких зданий подвергаются значительным физическим, механическим и химическим воздействиям, что неизбежно приводит к износу и ухудшению эксплуатационных характеристик. Этот процесс обусловлен влиянием различных факторов: климатических условий, нагрузок на конструкцию, а также нарушениями технологии строительства.

Обследование технического состояния зданий и сооружений, особенно тех, которые обеспечивают жизненно важные функции, таких как котельные, является необходимой частью их эксплуатации [5]. Проведение таких обследований позволяет своевременно выявлять дефекты, анализировать степень их влияния на конструкцию и принимать решения о ремонте, реконструкции или модернизации [6].

Современные тенденции в области строительства и эксплуатации зданий требуют применения новых технологий, материалов и методов обследования. Целью работы является анализ результатов обследования котельной зального типа.

Здание котельной относится к производственным и предназначено для размещения водогрейных котлов, сопутствующих инженерных систем и обслуживающего персонала. Котельная обеспечивает теплом и горячей водой расположенные в жилом массиве «Олимпийский» г. Воронеж жилые дома и административные здания. На рисунке 1 изображён план здания на нулевой отметке.

По объёмно-планировочному решению здание котельной зального типа, одноэтажное, имеет прямоугольную форму в плане размерами в осях 20000x33450. В здании отсутствуют подвальные и чердачные помещения, а также технический этаж. Высота здания от отм. +0,000 (уровень чистого пола) до верха парапета 8,550 м. Здание состоит из трёх отдельных объёмов – котельного зала, склада дизельного топлива и холодного склада. Все перечисленные объёмы имеющих отдельные входы.



Рис. 1. План котельной на отм. +0,000

По конструктивному решению здание выполнено каркасным в осях А-Б/1-5 и А-(А/2)/5-8 и с наружными несущими стенами в осях (А/2)-Б/5-8.

В осях А-Б/1-5 (котельный зал) каркас выполнен в металлических конструкциях. Поперечные рамы однопролётные, пролётом 20 м, высотой до низа несущих конструкций 6 м, с колоннами из двутавра №35Ш1 и ригелями в виде раскосных металлических ферм высотой в коньке. Сопряжение колонн с фундаментом шарнирное, сопряжение ферм с колоннами шарнирное.

В осях А-(А/2)/5-8 (холодный склад) каркас выполнен в виде трёх поперечных двухпролётных рам. Пролёты рам 4440 мм. Колонны из квадратных труб 140x140x4. Ригели из двутавров №30. Ригели смонтированы с уклоном 3,5 мм/м, по ригелям смонтированы прогоны из швеллеров №20. Сопряжение колонн с фундаментом шарнирное, сопряжение колонн с ригелями шарнирное. Устойчивость каркаса в плоскости рам и поперечном направлении обеспечивается системой вертикальных крестовых связей по колоннам.

В осях (А/2)-Б/5-8 (топливный склад) несущие стены расположены по осям А/2, Б, на пиллястры несущих стен опираются балки покрытия из двутавров №50. По балкам покрытия выполнены прогоны их швеллеров №24.

Колонны каркаса и пиллястры стен опираются на монолитные железобетонные столбчатые фундаменты, за исключением холодного склада в осях А-(А/2)/5-8. Столбчатые фундаменты под металлические колонны каркаса котельного зала имеют размеры плитной части (подошва) 2100x1500x450(н), подколонник 900x1200x2450(н). Столбчатые фундаменты под пиллястры стен 1000x1100 мм. Стены опираются на фундаментные балки, которые в свою очередь опираются на столбчатые фундаменты. Фундамент холодного склада в осях А-(А/2)/5-8 выполнен в виде сплошной монолитной железобетонной плиты толщиной 300 мм.

Наружные стены самонесущие двухслойные. Внутренняя верста кладки толщиной 300 мм выполнена из блоков из ячеистого бетона (газосиликатных). Наружная верста кладки выполнена толщиной 120 мм из кирпича модульного силикатного с щелевидными пустотами. Общая толщина наружных стен 420 мм. Пиллястры размером 300x300 мм и 300x400 мм. На рисунке 2 показан разрез здания.

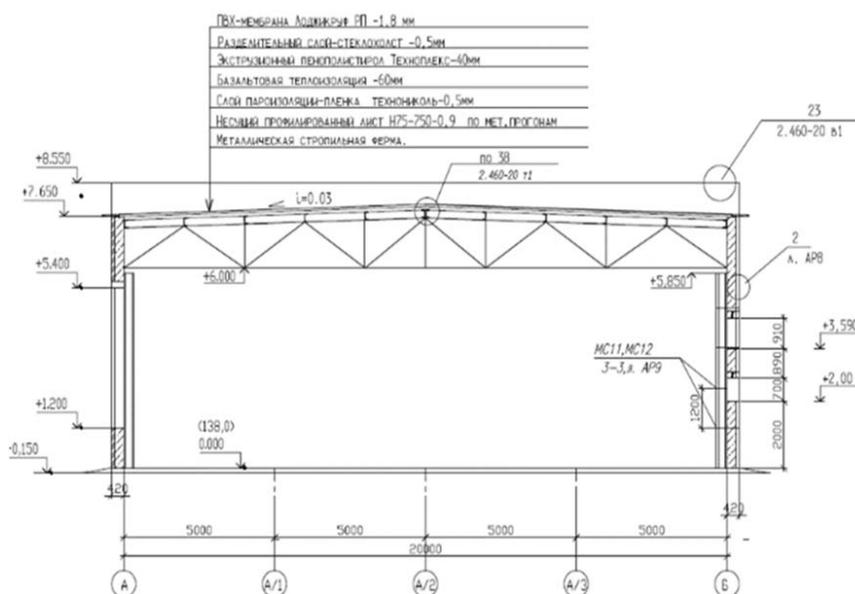


Рис. 2. Разрез котельной 1-1

Кровля утеплённая, выполнена из ПВХ мембраны Лоджикруф РП толщиной 1,8 мм. Утепление кровли двухслойное: верхний слой – экструзионный пенополистирол Техноплекс $\delta=40$ мм, нижний слой базальтовые плиты $\delta=60$ мм. Пароизоляция – плёнка технотерм $\delta=0,5$ мм. Слои кровельного пирога смонтированы по несущему профилированному настилу Н75-750-0,9.

Обследование проводилось в соответствии с рекомендациями [7-9]. В ходе проведения обследования конструкций здания были зафиксированы многочисленные дефекты и повреждения. Основные зафиксированные нарушения представлены на рисунке 3.



Рис. 3. Выявленные дефекты:

а - трещины на фасаде шириной раскрытия до 1,5 мм; б - отклонения положения стены холодного склада от стены топливного склада до 20 мм; в - отклонения стен холодного склада от вертикали: отклонения стены, превышающие допустимое значение 10 мм; г - зазоры между стеной и отмосткой шириной до 20 мм; д - просадки отмостки по всему периметру здания

Основными причинами этих дефектов и повреждений стали дефекты и повреждения фундаментов. В частности, несоответствия отметок верха столбчатых фундаментов и

большой разности отметок фундаментов. А также некачественное основание. Низкое качество уплотнения грунта при строительстве.

При низком качестве раствора, высокой сосредоточенной нагрузке и периодическом замораживании, и оттаивании раствора в водонасыщенном состоянии происходит его осадка.

Одним из наиболее заметных дефектов является отклонение стен от вертикали, особенно в холодном складе котельной. Наибольшее отклонение составляет до 20 мм, что превышает допустимые нормативные значения. Такой дефект вызван, скорее всего, неравномерной осадкой фундамента и перераспределением нагрузок. Отклонение стен от вертикали значительно снижает устойчивость здания и требует незамедлительных мер для предотвращения дальнейшего прогрессирующего деформаций.

В местах опирания фундаментных балок наблюдается низкопрочный слой раствора, что может привести к усадке и дальнейшему разрушению конструкции. Отсутствие бетонной подготовки под фундаментной плитой холодного склада также создаёт риск её деформации. Эти дефекты указывают на необходимость проведения дополнительных мер по укреплению фундаментов и обеспечению долговечности конструкции. На основании результатов работ [10-13] предложен комплекс мероприятий по устранению выявленных дефектов и повреждений здания котельной. Он включает:

- для стабилизации фундаментов предложено устройство буронабивных свай и замена слабого раствора на высокопрочные материалы, такие как цементные или эпоксидные составы, в частности фибробетоны [14, 15];

- устранение трещин в кладке стен рекомендуется проводить методом инъектирования полиуретановых смол;

- для коррекции отклонения стен предложена установка металлических связей между стенами и каркасом здания, а также устройство дополнительных пилястр из бетона или кирпича.

Предложенные мероприятия позволят устранить существующие дефекты, повысить надёжность конструкций и продлить срок эксплуатации объекта.

Список литературы

1. Nikolenko, S. D. Inspection of industrial building load-bearing structures for defects. / S. D. Nikolenko, S. A. Sazonova, V. F. Asminin, E. A. Chernikov, T. Kurchenkova, D. Sysoev, M. Glazkova // В сборнике: Aip conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. – Melville, – 2024. – С. 060015.

2. Николенко, С. Д. Процесс тепловизионного обследования ограждающих конструкций здания. / А. С. Игнатьев, С. Д. Николенко, С. А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12. – № 4. – С. 66-72.

3. Николенко, С. Д. Анализ дефектов несущих конструкций производственного здания. / В. В. Афанасьева, С. Д. Николенко, С. А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15. – № 1. – С. 14-24.

4. Николенко, С. Д. Оценка технического состояния оснований, фундаментов и железобетонных колонн каркасного здания. / С. А. Сазонова, С. Д. Николенко, А. А. Осипов // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15. – № 2. – С. 67-83.

5. Китаев, Д. Н. Перспективы развития системы газоснабжения городского округа г. Воронеж на период до 2035 г / Г. Н. Мартыненко, Д. Н. Китаев // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2018. – №3(51). – С. 11–21.

6. Николенко, С. Д. Улучшение качества материала промышленных полов для повышения ударной стойкости при воздействии машиностроительного оборудования. / С. Д.

Николенко, С. А. Сазонова, В. Ф. Асминин // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 3. – С. 495-498.

7. ГОСТ 31937-2024. Межгосударственный стандарт. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния / М.: ФГБУ "Институт стандартизации", 2024. – 65 с.

8. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий / М.: АО "ЦНИИПромзданий", – 1997. – 222 с.

9. Лapidус, А. А. Организация работ по обследованию зданий и сооружений / А. А. Лapidус, Д. В. Топчий // Промышленное и гражданское строительство. – 2023. – № 3. – С. 12-15.

10. Николенко, С. Д. Моделирование возникновения внутренних напряжений в сложной структуре материала / Николенко С.Д., Козодаев С.П., Сазонова С.А. // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17. – № 2. – С. 50-61.

11. Николенко, С. Д. Механохимические процессы и физико-химическая активность цементно-минеральных дисперсных систем в технологии бетона. / А. А. Леденев, С. П. Козодаев, Т. В. Загоруйко, В. Т. Перцев, С. В. Черкасов, С. Д. Николенко // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. – 2023. – № 3(56). – С. 105-120.

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

13. Горбанева, Е. П. Проблемы обеспечения достоверности мероприятий строительного контроля / Е. П. Горбанева, Д. А. Казаков, Е. Д. Казакова, В. В. Воронова // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2022. – Т. 19, № 2. – С. 37-44.

14. Воржева, Д. П. Установление рациональных параметров базальтофибробетонной смеси для торкрет-нанесения / Д. П. Воржева, Д. А. Казаков // Студент и наука. – 2019. – № 1. – С. 78-82.

15. Николенко, С. Д. Повышение качества бетона путем применения металлических фибр. / В. Т. Перцев, С. Д. Николенко, С. А. Сазонова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 3. – С. 480-484.

List of references

1. Nikolenko, S. D. Inspection of industrial building load-bearing structures for defects. / S. D. Nikolenko, S. A. Sazonova, V. F. Asminin, E. A. Chernikov, T. Kurchenkova, D. Sysoev, M. Glazkova // In the collection: Aip conference proceedings. Proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering: MIP: Engineering-IV-2022. – Melville, – 2024. – p. 060015.

2. Nikolenko, S. D. The process of thermal imaging inspection of building enclosing structures. / A. S. Ignatiuk, S. D. Nikolenko, S. A. Sazonova // Modeling of systems and processes. 2019. Vol. 12. No. 4. pp. 66-72.

3. Nikolenko, S. D. Analysis of defects in load-bearing structures of an industrial building. / V. V. Afanasyeva, S. D. Nikolenko, S. A. Sazonova // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15. – No. 1. – pp. 14-24.

4. Nikolenko, S. D. Assessment of the technical condition of foundations, foundations and reinforced concrete columns of a frame building. / S. A. Sazonova, S. D. Nikolenko, A. A. Osipov // Modeling of systems and processes. – 2022. – Vol. 15. – No. 2. – pp. 67-83.

5. Kitaev, D. N. Prospects for the development of the gas supply system of the Voronezh city district for the period up to 2035 / G. N. Martynenko, D. N. Kitaev // *Scientific Journal of Construction and Architecture*. – 2018. – №3(51). – Pp. 11-21.

6. Nikolenko, S. D. Improving the quality of the material of industrial floors to increase impact resistance when exposed to machine-building equipment. / S. D. Nikolenko, S. A. Sazonova, V. F. Asminin // *Proceedings of Tula State University. Technical sciences*. – 2024. – No. 3. – pp. 495-498.

7. GOST 31937-2024. The interstate standard. Buildings and structures. Rules of inspection and monitoring of technical condition / M.: Federal State Budgetary Institution "Institute of Standardization", 2024. – 65 p.

8. Manual on the inspection of building structures of buildings / M.: JSC "Tsniipromzdaniy", – 1997. – 222 p.

9. Lapidus, A. A. Organization of work on the inspection of buildings and structures / A. A. Lapidus, D. V. Topchy // *Industrial and civil engineering*. – 2023. – No. 3. – pp. 12-15.

10. Nikolenko, S. D. Modeling the occurrence of internal stresses in a complex material structure / Nikolenko S.D., Kozodaev S.P., Sazonova S.A. // *Modeling of systems and processes*. – 2024. – Vol. 17. – No. 2. – pp. 50-61.

11. Nikolenko, S. D. Mechanochemical processes and physico-chemical activity of cement-mineral dispersed systems in concrete technology. / A. A. Ledenev, S. P. Kozodaev, T. V. Zagoruiko, V. T. Pertsev, S. V. Cherkasov, S. D. Nikolenko // *Bulletin of the Engineering School of the Far Eastern Federal University*. – 2023. – № 3(56). – Pp. 105-120.

12. Nikolenko, S. D. Experimental study of the operation of fiber-reinforced concrete structures under alternating low-cycle loading. / S. D. Nikolenko, G. N. Stavrov // *News of higher educational institutions. Construction and architecture*. 1986. – No. 1. – pp. 18-22.

13. Gorbaneva, E. P. Problems of ensuring the reliability of construction control measures / E. P. Gorbaneva, D. A. Kazakov, E. D. Kazakova, V. V. Voronova // *FES: Finance. Economy. Strategy*. – 2022. – Vol. 19, No. 2. – pp. 37-44.

14. Vorzheva, D. P. Establishment of rational parameters of a basalt-fiber-concrete mixture for shotcrete application / D. P. Vorzheva, D. A. Kazakov // *Student and Science*. – 2019. – No. 1. – pp. 78-82.

15. Nikolenko, S. D. Improving the quality of concrete by using metal fibers. / V. T. Pertsev, S. D. Nikolenko, S. A. Sazonova // *Proceedings of Tula State University. Technical sciences*. – 2024. – No. 3. – pp. 480-484.

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

УДК: 334.723

ОСОБЕННОСТИ БЕЗОПАСНОГО И ЭФФЕКТИВНОГО ВНЕДРЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АТОМНЫХ ОБЪЕКТОВ

О. К. Мещерякова, М. А. Мещерякова, В. Ю. Боголепова

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, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: masha0207@mail.ru

Боголепова Валерия Юрьевна, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мТПП-231, E-mail: val.bogolepova@mail.ru

Аннотация: атомная энергетика в России представляет собой стратегическую отрасль, обеспечивающую не только энергетическую и экономическую стабильность, но и национальную безопасность государства. В то время как государственно-частное партнёрство (ГЧП) активно развивается в различных секторах экономики, его применение в ядерной сфере остаётся крайне ограниченным. Это обусловлено высокой капиталоемкостью проектов, длительным инвестиционным циклом, законодательными ограничениями и вопросами безопасности. В статье анализируются ключевые барьеры для внедрения ГЧП в атомной энергетике и предлагаются пути решения данных проблем: разработка специализированной нормативной базы, декомпозиция проектов, финансовые стимулы, создание пилотных моделей. Делается вывод о необходимости разработки гибкой и надёжной модели ГЧП, учитывающей специфику отрасли и современные технологические тенденции развития.

Ключевые слова: государственно-частное партнёрство, атомная энергетика, строительство, национальная безопасность, инвестиции, проектное финансирование.

FEATURES OF SAFE AND EFFECTIVE IMPLEMENTATION OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP IN THE CONSTRUCTION OF NUCLEAR FACILITIES

O. K. Meshcheryakova, M. A. Meshcheryakova, V. Yu. Bogolepova

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

© Мещерякова О. К., Мещерякова М. А., Боголепова В. Ю., 2025

Bogolepova Valeria Yurievna, *Voronezh State Technical University, master's student of gr. mTPR-231, E-mail: val.bogolepova@mail.ru*

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

Annotation: nuclear energy in Russia is a strategic industry that ensures not only energy and economic stability, but also national security of the state. While public-private partnership (PPP) is actively developing in various sectors of the economy, its application in the nuclear field remains extremely limited. This is due to the high capital intensity of the projects, the long investment cycle, legal restrictions and security issues. The article analyzes the key barriers to the introduction of PPPs in the nuclear power industry and suggests ways to solve these problems: the development of a specialized regulatory framework, the decomposition of projects, financial incentives, and the creation of pilot models. It is concluded that it is necessary to develop a flexible and reliable PPP model that takes into account the specifics of the industry and current technological development trends.

Key words: public-private partnership, nuclear energy, construction, national security, investments, project financing.

Государственно-частное партнёрство (ГЧП) представляет собой форму взаимодействия между публичными и частными субъектами, при которой объединяются ресурсы, компетенции и риски для реализации социально значимых инфраструктурных проектов. В Российской Федерации механизм ГЧП уже нашёл широкое применение в транспортной отрасли, сфере ЖКХ, здравоохранении, образовании и цифровизации. Однако в атомной энергетике его применение носит ограниченный характер [1].

Атомная энергетика на протяжении всего периода своего существования в России оставалась исключительно важной отраслью, развитие которой неизменно находилось под контролем государства. Причины такого внимания лежат как в стратегической значимости этой сферы - возникшей в рамках реализации военно-ядерной программы СССР, - так и в высокой капиталоемкости проектов, связанных с атомной генерацией. Вложенные инвестиции в такие объекты начинают приносить отдачу лишь спустя десятилетия, при этом средний срок возврата капитальных затрат превышает 15 лет. В силу этих факторов атомная энергетика объективно нуждается в централизованном планировании, государственном участии и длительном инвестиционном горизонте [2].

В целях комплексного и всестороннего анализа состояния государственно-частного партнёрства в атомной энергетике Российской Федерации необходимо перейти к более детальному рассмотрению факторов, препятствующих его активному внедрению и развитию в данной высокотехнологичной и стратегически важной отрасли.

1. Атомная энергетика как элемент национальной безопасности и государственная монополия.

Атомная энергетика в России исторически связана с национальной безопасностью и оборонной промышленностью, что предопределило её статус как государственной монополии. Ядерные технологии имеют двойное назначение - мирное и военное, поэтому вся деятельность в этой сфере находится под жёстким контролем государства. Госкорпорация «Росатом» осуществляет полный цикл управления - от проектирования до вывода из эксплуатации, исключая участие частного капитала на стратегических этапах из-за рисков утечки чувствительных технологий. Кроме внутренней безопасности, атомная отрасль также служит инструментом внешнеполитического влияния через экспорт АЭС и связанной инфраструктуры. Ввиду этих факторов государство не планирует делегировать контроль над

отраслю, обеспечивая её стабильность и безопасность в условиях глобальной нестабильности [3].

2. Повышенная капиталоемкость проектов атомной энергетики и экстремально длительный инвестиционный горизонт.

Атомная энергетика отличается крайне высокой капиталоемкостью и экстремально длительным инвестиционным циклом, что делает её малопривлекательной для частного капитала. Проекты требуют десятилетий от проектирования до эксплуатации, а срок окупаемости более 15 лет. Дополнительные сложности создаёт регулируемый электроэнергетический рынок России, где тарифная политика подчинена социальным и политическим факторам, а не рыночной логике. В этих условиях частные инвесторы не могут точно спрогнозировать возврат инвестиций, что затрудняет применение моделей государственно-частного партнёрства без масштабных изменений в законодательстве и финансовых механизмах [4].

3. Правовой запрет на реализацию ГЧП в атомной энергетике.

В настоящее время действующее законодательство Российской Федерации прямо исключает возможность применения ГЧП в сфере использования атомной энергии. Согласно статье 4 Федерального закона № 224-ФЗ от 13 июля 2015 года «О государственно-частном партнёрстве, муниципально-частном партнёрстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», данный закон не распространяется на отношения, связанные с использованием атомной энергии [5].

Таким образом, даже при наличии технической или экономической возможности для участия частного капитала в ядерных проектах, отсутствует нормативно-правовой механизм, позволяющий заключать соглашения между государственными и частными сторонами в этой области. Это ограничение касается не только строительства и эксплуатации, но и всех стадий жизненного цикла объектов атомной энергетики - от проектирования до утилизации.

4. Отсутствие необходимого частного капитала и компетенций.

Для успешного участия в проектах ГЧП в атомной энергетике потенциальный частный партнёр должен обладать рядом уникальных характеристик:

- международной квалификацией и лицензиями на работу с ядерными материалами;
- наличием инженерных и технологических ресурсов для проектирования и строительства реакторов;
- стабильной финансовой платформой с возможностью привлечения многомиллиардных инвестиций;
- опытом работы в условиях жёсткого регулирования и соблюдения требований МАГАТЭ, а также международных стандартов безопасности.

В современной России не существует ни одной частной компании, способной удовлетворить всем этим критериям. Кроме того, из-за санкционных ограничений, экспортного контроля, а также политических рисков зарубежные инвесторы (в том числе из стран, обладающих ядерными технологиями) фактически лишены возможности участвовать в реализации атомных проектов на территории РФ.

Несмотря на обозначенные выше многочисленные ограничения и системные трудности, препятствующие широкому применению механизмов государственно-частного партнёрства в атомной энергетике Российской Федерации, в современной научной и практической среде прослеживается ряд перспективных направлений, способных создать предпосылки для постепенного преодоления существующих барьеров. Эти направления охватывают как совершенствование нормативно-правовой базы, так и институциональное реформирование, технологическую модернизацию и привлечение частных инвестиций в смежные сегменты атомной отрасли, не связанные непосредственно с вопросами национальной безопасности.

1. Разработка специализированной нормативной базы.

Для успешного внедрения государственно-частного партнёрства в атомной энергетике необходимо адаптировать законодательство, в частности, расширить действие закона № 224-ФЗ на сферу использования атомной энергии. С учётом стратегической значимости отрасли и международных обязательств России требуется создание правовой базы, предусматривающей формы участия частных компаний, механизмы контроля, распределения рисков и защиты инвестиций. Важную роль играет разработка подзаконных актов, регламентирующих безопасность, ответственность сторон и финансовые стимулы. Без целенаправленной модернизации нормативной среды реализация ГЧП в атомной отрасли невозможна.

2. Поэтапная декомпозиция проекта с выделением участков, доступных для частного партнёрства.

Одним из способов интеграции ГЧП в атомную энергетику является поэтапная декомпозиция проекта с выделением участков, не затрагивающих критические технологии и вопросы национальной безопасности. К таким зонам можно отнести инжиниринг, строительство вспомогательной инфраструктуры, поставку стандартного оборудования и экологический мониторинг. Это позволяет привлекать частных партнёров без риска утечки чувствительной информации, снижает нагрузку на бюджет и повышает эффективность непрофильных работ. Для реализации модели требуется нормативное разграничение участков и процедуры допуска, что обеспечит баланс между безопасностью и вовлечением бизнеса (см. табл. 1).

Таблица 1

Декомпозиция проекта АЭС с точки зрения допустимости участия частных компаний

№	Этап / участок проекта	Краткое описание	Допустимость участия частного партнёра	Формы участия ГЧП
1.	Изыскания и инжиниринг	Геологоразведка, топосъёмка, гидротехнические и климатические исследования	Высокая	Подряд, консалтинг, субконтракты
2.	Проектирование вспомогательной инфраструктуры	Проектные работы по немилитаризованным объектам (дороги, общежития, склады, насосные станции и пр.)	Высокая	Совместное проектирование, ЕРС-контракты
3.	Строительство внешней инфраструктуры	Дороги, линии электропередачи, водоснабжение, канализация, здания административного и бытового назначения	Высокая	Концессионные соглашения, аренда, подряд
4.	Поставка стандартного оборудования и технологий	Насосы, системы вентиляции, охранные системы, противопожарная автоматика и др.	Средняя	Лизинг, контракты поставки, оффтейк

Продолжение табл. 1

№	Этап / участок проекта	Краткое описание	Допустимость участия частного партнёра	Формы участия ГЧП
5.	Ядерное проектирование и установка реакторного оборудования	Реактор, контейнмент, активная зона, системы охлаждения, ядерное топливо	Недопустима	Только госконтроль
6.	Экологический мониторинг и аудит	Оценка воздействия на окружающую среду, лабораторные исследования, экологические паспорта	Средняя	Аутсорсинг, подряд
7.	Эксплуатация вспомогательной инфраструктуры	Управление офисными зданиями, транспортом, сервисными службами	Высокая	Управляющие компании, аутсорсинг
8.	Вывод из эксплуатации (частичная утилизация)	Демонтаж неядерных объектов, утилизация строительного мусора	Средняя	Подряд на утилизацию и демонтаж
9.	Подготовка кадров и обучение персонала	Создание учебных центров, проведение программ переобучения	Средняя	Концессии, частные вузы и обучающие центры

3. Финансово-экономические стимулы и система государственных гарантий как условие привлечения частного капитала в атомную энергетику.

Для привлечения частного капитала в атомную энергетику необходимо не только правовое регулирование, но и система финансовых стимулов и гарантий, компенсирующих высокие риски и длинный инвестиционный цикл. Эффективными мерами могут стать налоговые льготы, субсидирование процентных ставок, внедрение механизма гарантированных платежей (availability payments), а также заключение долгосрочных договоров на выкуп электроэнергии (PPA). Эти инструменты повышают предсказуемость доходов и делают проекты привлекательными для инвесторов при условии прозрачного и сбалансированного применения [6].

4. Внедрение механизмов проектного финансирования как инструмента привлечения частного капитала в атомную энергетику.

Одним из ключевых направлений, способствующих преодолению институциональных и финансовых барьеров при реализации инвестиционно сложных и капиталоемких проектов в атомной отрасли, является использование механизмов проектного финансирования. Этот подход предполагает создание отдельной юридической структуры - специализированной проектной компании (англ. SPV - Special Purpose Vehicle), которая формируется исключительно с целью реализации конкретного инвестиционного проекта.

Применение SPV-модели позволяет не только структурировать отношения между государством и частными партнёрами в рамках государственно-частного партнёрства, но и

эффективно управлять рисками, юридическими обязательствами и финансовыми потоками в условиях высокой степени технологической и инвестиционной сложности, характерной для строительства и эксплуатации объектов атомной энергетики.

В заключение хотелось бы сказать, что несмотря на традиционную закрытость и стратегический характер атомной энергетики в России, условия современного развития экономики, технологические вызовы и необходимость модернизации отрасли требуют поиска новых форм привлечения инвестиций и повышения эффективности управления. Государственно-частное партнёрство (ГЧП) в этой сфере представляет собой потенциально эффективный механизм, способный обеспечить частичную разгрузку государственного бюджета, внедрение инновационных решений и повышение качества реализации проектов, при этом не нарушая требований безопасности и стратегического контроля.

Однако полноценное внедрение ГЧП в атомной энергетике сегодня сдерживается рядом факторов: юридическими ограничениями (действующее законодательство исключает сферу атомной энергетики из-под действия закона № 224-ФЗ), высоким уровнем капиталоемкости и длительным инвестиционным горизонтом, отсутствием квалифицированного частного капитала и ограничением доступа к стратегически важным компонентам.

Тем не менее, перспективы для осторожного и контролируемого привлечения частного сектора существуют. Это возможно через:

- модернизацию законодательной базы;
- декомпозицию атомных проектов с выделением участков, не затрагивающих вопросы ядерной безопасности;
- предоставление финансовых стимулов и гарантий;
- использование механизмов проектного финансирования.

Таким образом, для безопасного и эффективного внедрения ГЧП в атомную энергетику необходимо сформировать гибкую, но жёстко регулируемую модель взаимодействия государства и бизнеса, при которой будут соблюдены как стратегические интересы страны, так и требования к экономической эффективности.

Список литературы

1. Мещерякова, О. К. Опыт и перспективы развития государственно-частного партнерства в Российской Федерации / О. К. Мещерякова, А. В. Чурилова, Е. С. Майбурова // Строительство и недвижимость. – 2022. – № 1(10). – С. 72-78.
2. Мещерякова, О. К. Государственно - частное партнерство как ключевой фактор развития атомной энергетики опыт и перспективы / О. К. Мещерякова, В. Ю. Боголепова, А. Е. Арников // Строительство и недвижимость. – 2025. – № 1(16). – С. 94-99
3. Алексеева, С. В. Природа государственно-частного партнерства в контексте национальных интересов / С. В. Алексеева, Е. Е. Иродова // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Экономика и Управление. – 2017. - № 3. - С. 48-54.
4. Фильченкова, М. В. Государственно-частное партнерство как инструмент реализации инвестиционных проектов в сфере энергетики / М. В. Фильченкова, С. С. Чернов // Научные исследования и разработки молодых ученых. – 2015. – № 5. – С. 297-303.
5. Федеральный закон от 13.07.2015 № 224-ФЗ «О государственно-частном партнёрстве, муниципально-частном партнёрстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. – 2015. – № 29. – Ст. 4350.
6. Назаров, В. А. Особенности реализации проектов ГЧП в энергетике: правовые и экономические аспекты // Журнал энергетического права. – 2022. – № 1. – С. 45–59.

List of references

1. Meshcheryakova O. K., Churilova A.V., Maiburova E. S. Experience and prospects of development of public-private partnership in the Russian Federation // Construction and real estate. – 2022. – № 1(10). – Pp. 72-78.
2. Meshcheryakova, O. K. Public-private partnership as a key factor in the development of nuclear energy experience and prospects / O. K. Meshcheryakova, V. Y. Bogolepova, A. E. Arnikov // Construction and real estate. – 2025. – № 1(16). – Pp. 94-99
3. Alekseeva, S. V. The nature of public-private partnership in the context of national interests / S. V. Alekseeva, E. E. Irodova // Bulletin of Tver State University. Series: Economics and Management. 2017. No. 3. pp. 48-54.
4. Filchenkova, M. V. Public-private partnership as a tool for implementing investment projects in the energy sector / M. V. Filchenkova, S. S. Chernov // Scientific research and development of young scientists. - 2015. – No. 5. – pp. 297-303.
5. Federal Law No. 224-FZ dated July 13, 2015 "On Public-Private Partnership, Municipal-Private Partnership in the Russian Federation and Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation" // Collection of Legislation of the Russian Federation. – 2015. – No. 29. – Art. 4350.
6. Nazarov, V. A. Features of the implementation of PPP projects in the energy sector: legal and economic aspects // Journal of Energy Law. - 2022. – No. 1. – pp. 45-59.

УДК 332.1

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА

С. Ю. Нерозина^{1,2}, А. И. Коровкина

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

Коровкина Алина Игоревна, Воронежский государственный технический университет, кандидат экономических наук, доцент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела, E-mail: akorovkina@cchgeu.ru

Аннотация: в данной статье рассматриваются концептуальные пути развития цифровой экономики в Воронежской области в рамках стратегии до 2035 года, которая охватывает такие отрасли как здравоохранение, образование, строительство, транспорт и культуру. Особое внимание обращено на проблемы нормативно-правового регулирования, которое отстает от динамики развития цифровой трансформации и при этом образует преграды при внедрении инноваций. На региональном уровне отсутствует комплексный подход к регулированию цифровых процессов, несмотря на то, что федеральные инициативы присутствуют. Существует необходимость развития государственно-частного партнерства (ГЧП) как платформы для привлечения инвестиций и стимулирования цифровизации. Для ускорения интеграции цифровых технологий, повышения конкурентоспособности и адаптивности экономики региона, предложено создать цифровую платформу и экосистему.

Ключевые слова: цифровая экономика, регион, цифровизация, развитие, нормативно-правовое регулирование, государственно-частное партнерство (ГЧП).

CONCEPTUAL WAYS OF DEVELOPING THE DIGITAL ECONOMY OF THE REGION

S. Yu. Nerozina^{1,2}, A. I. Korovkina

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

Korovkina Alina Igorevna, Voronezh State Technical University, PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Heat and Gas Supply and Oil and Gas Engineering, E-mail: akorovkina@cchgeu.ru

Проект «Стратегия социально - экономического развития Воронежской области на период до 2035 года» в части вопросов цифровой экономики затрагивает следующие отрасли:

- здравоохранение;
- образование;
- строительство;

- культура;
- транспорт.

Цифровая экономика рассматривается с позиций, представленных на рисунке 1.

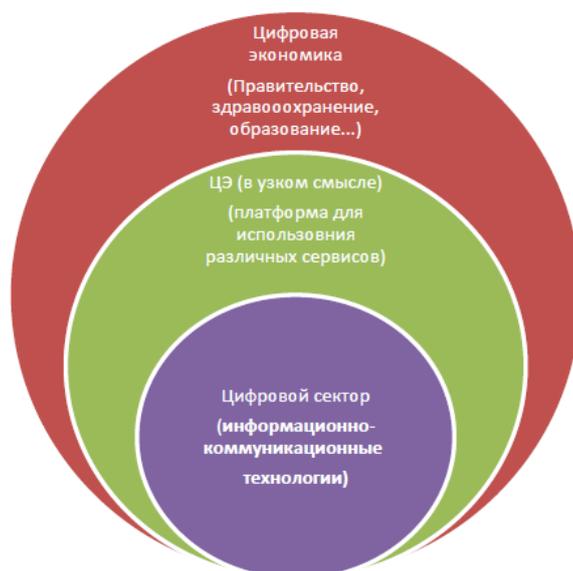


Рис. 1. Структура цифровой экономики

Несмотря на конкретно поставленные задачи по ветви цифровизации в стратегии, она не затрагивает главные направления национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», а именно: нормативно-правовое регулирование [1] и дополнительные источники финансирования [2].

Российская Федерация, включая Воронежскую область, начала цифровую трансформацию, когда традиционные методы управления экономическими и общественными отношениями замещают цифровые механизмы и системы. В Воронежской области устанавливается время цифровых технологий и процессов, «цифровая эпоха», предоставляющая новые ресурсы для применения инновационных возможностей и выполнения задач стратегического развития региона. Различные отрасли и виды деятельности Воронежской области стремительно подключаются к «цифре» [3].

Пространное развитие глобальной сети, информатизации, сети подвижной связи и цифровой инфраструктуры является базой дигитализации, цифровой модернизации процессов и направлений генезиса цифровой экономики.

В данный момент Воронежская область достигла определённых результатов в сфере интеграции системных цифровых процессов, но существующая система нормативно-правового регулирования региона не учитывает важных параметров цифровой экономики. Исследование положения нормативно-правового регулирования цифровой экономики в Воронежской области показало, что неразвитость необходимой нормативно-правовой политики цифровизации - одна из проблем, тормозящих интеграцию цифровой экономики в различные сферы и отрасли региона [4,5].

Несмотря на существование паспорта федерального проекта «Нормативное регулирование цифровой среды» в России, содержащего мероприятия и задачи по нормативно-правовой трансформации цифровой экономики, данное направление остается неизученным, недостаточно исследуются теоретические основы по вопросам права, касающиеся дигитальной экономики [6]. Выявление значимых аспектов нормативно-правовой политики регламентирующих дигитальную экономику основывается на знании и усвоении структурных особенностей и терминов дигитальной экономики. Экономические

фиксированные сведения в цифровой конфигурации внедряются в дигитальную экономику, которая, при сопоставлении с продуктовой экономикой, делает возможной реализацию определённых преимуществ:

- интеграция цифровой трансформации в систему документооборота;
- развитие удалённой работы;
- упрощение финансовых мероприятий;
- рост значимости цифровых денег;
- формирование прозрачного рынка;
- сокращение себестоимости товаров и услуг;
- повышение уровня производительности;
- снижение уровня бюрократии.

В дигитальной экономике большое количество информационных процессов выполняются наиболее оперативно, эффективно и наименее затратно в финансовом плане. Также снижается количество возможных ошибок из-за исключения человеческого фактора, но для легитимности цифровых процессов необходимо установить нормативно-правовые границы [7].

Как отмечалось выше, региональная интеграция цифровой экономики должна опираться в первую очередь на готовую нормативно-правовую базу, так как образующиеся новые общественные процессы подлежат соответствующей юридической регистрации, как и связанные с ними дигитальные экономические отношения [8].

Нормативно-правовое регулирование – основной институт формирования цифровой экономики, на региональном уровне в том числе. В дигитальной экономике должны генерироваться новые базовые аспекты для управления дигитализацией вследствие исполнения правотворческой функции компетентных региональных органов по подготовке и принятию законодательных актов.

Нормативно-правовое регулирование цифровой экономики должно охватывать многоотраслевую деятельность региона.

Правоотношения экономических субъектов в эпоху цифровизации должны формироваться в специальном правовом поле, объективно учитывающем особенности цифрового пространства и обладающем собственными особыми нормативно-правовыми принципами. Обширной информационно-цифровой системе свойственны своеобразные принципы функционирования и совершенствования [9].

В данный период большая часть норм и требований, определяющих деятельность в глобальной сети, недостаточно стыкуются с существующим региональным законодательством. Как законодательство отдельных регионов, так и общероссийские нормы не охватывают все стороны новые свойства и характеристики деятельности, образующейся между субъектами в цифровой экономике. Принимая во внимание создание нового специфического дигитального правового поля, появление отличительных явлений в цифровом пространстве и формирование в данном пространстве правовых отношений между субъектами цифрового взаимодействия, необходимо урегулировать и состыковать традиционное региональное законодательство и новое законодательство по поводу цифровой экономики.

Нормативно-правовое регулирование дигитальной экономики непосредственно влияет и на права и свободы гражданина – один из важнейших институтов конституционного права, что требует особого притязания к нормативно-правовой политике, связанной со структурой цифровой экономики. Существует колоссальное количество правовых актов, которые возможно применить и уже применяются к цифровой экономике. Присутствуют и отдельные нормы, созданные с целью координации дигитальной экономики и учитывающие ее особенности, но их недостаточно. Данные нормы имеют отношение, в основном, к цифровому документообороту и к электронной коммерции. Общее состояние нормативно-правового регулирования цифровой экономики в Воронежской области имеет

отрицательную оценку. Прослеживается отставание нормативно-правового регулирования от практической цифровой деятельности, при этом происходит увеличение временного разрыва в развитии практической деятельности и её нормативно-правового регулирования.

Таким образом, необходимо рекомендовать институту регионального законодательства разработать совместно с Департаментом цифрового развития Воронежской области пакет предложений по региональному законодательству о нормах и принципах развития цифровой экономики в регионе.

Другим важным путем развития цифровой экономики в Воронежской области может являться взаимовыгодное партнерство региональной власти и частных предприятий. Наибольшую заинтересованность вызывают проекты, основанные на методиках и механизмах государственно-частного партнерства.

Пристальное внимание падает на развитие политического направления в сфере образования и развития государственно-частного партнерства в Воронежской области. Субъекты Российской Федерации, включая Воронежскую область, заинтересованы в привлечении частных источников финансирования, совершенствовании конъюнктуры инвестиционного климата предприятий [10].

В обстоятельствах, базирующихся на понимании экономической науки и на исследовании эффективности действующей инвестиционной политики, необходимо учесть общественно-политическую структуру в условиях цифровой экономики, что приведет к актуализации потребности формирования стратегической системной методики проектирования инвестиционного взаимодействия региональной власти и частного бизнеса в масштабе государственно-частного партнерства в условиях дигитализации [11].

Основным побуждением к цифровой модернизации сегодняшней экономики является нацеленность потребителя на приемлемые, оперативные, качественные предлагаемые продукты и сервисы. Базовым в дигитальной концепции является принцип направленности на коллективное использование органами власти, предпринимательством и потребителями информационных массивов с учетом гарантии защищенности и интероперабельности.

В настоящее время очевидна потребность в дигитальной модернизации экономикой деятельности, внедрении цифровой экономики в различные отрасли производства и сферы услуг. Процесс дигитализации, протекающий в данный момент в области регионального управления экономикой, включающий координацию инвестиционной политики, необходимо анализировать в целостном комплексе мероприятий по интеграции дигитальной экономики.

Изучение субъектов и базовой структуры дигитальной экономической экосистемы, отличительных черт реализации мероприятий интеграции цифровой экономики, роли региональной власти и частного бизнеса в дигитальной модернизации экономики дают возможность сформулировать концептуальные пути обеспечения государственного содействия инновационному развитию, включая региональный уровень, базируясь на принципах государственно-частного партнерства по ветви цифровизации в том числе, что сформирует улучшенные условия для создания цифровых продуктов и услуг, направленных на конечного потребителя [12].

Преследуя цель оправдания текущих ожиданий потребителей в сегменте цифровой экономики, частным компаниям необходимо стимулировать дигитальную трансформацию собственных бизнес-процессов, включая выход за границы примитивной автоматизации текущих производственных процессов. Существующий опыт показывает, что развитие цифровой экономики требует публичности и вовлечения большого количества специалистов к созданию цифровых продуктов, поэтому необходимо применение механизмов государственно-частного партнерства [13].

Экосистема дигитальной экономики формирует базу для государственно-частного партнерства при интеграции процессов дигитализации в разнообразные отрасли экономической деятельности [14].

Государственное побуждение, прозрачность и стимулирование конкурентоспособности, в первую очередь на региональном уровне, создают оптимальные условия для увеличения количества цифровых продуктов и усовершенствования их свойств. Так как проблемы отраслевой дигитализации слишком значительны и трудоемки для одного предприятия, следует рассмотреть создание цифровой платформы на региональном уровне, обеспечивающей осуществимость эффективной коллективной деятельности частных предприятий и региональных органов власти.

В процессе формирования в Воронежской области цифровой стратегии отраслевой трансформации появятся существенные преимущества в результате ускоренного генезиса инновационных товаров и услуг, направленных на покупателей, увеличения мобильности и адаптивности различных сфер деятельности к трансформирующимся потребностям [15]. Эффективность интеграции цифровой экономики в большей степени обуславливается формированием экосистемы цифровой экономики, которая формирует условия, подходящие для интеграции нововведений развивающихся предприятий, направленных на цифровые продукты и заинтересованных в государственно-частном партнерстве.

Опираясь на вышеизложенную информацию, можно сделать вывод о необходимости развития государственно-частного партнерства в разных сферах экономики по ветви цифровизации, с целью привлечения среднего и крупного бизнеса для реализации совместных цифровых проектов, опираясь на существующий опыт и знания, а также как дополнительный источник финансирования программы цифровизации в Воронежской области.

Список литературы

1. Жуков, А. З. Современные проблемы нормативно-правового регулирования цифровой экономики Российской Федерации / А. З. Жуков, Ч. Х. Ингушев, Ф. А. Хочуева // Проблемы экономики и юридической практики. – 2021. – Т. 17, № 2. – С. 315-319.
2. Мищенко, А. В. Практика применения проектов государственно-частного партнерства в Центральном федеральном округе / А. В. Мищенко, Е. А. Чеснокова, Н. А. Понявина // Проблемы современных экономических, правовых и естественных наук в России : Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, Ганновер-Воронеж, 21–23 апреля 2017 года. Том 1. – Ганновер-Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2017. – С. 60-66.
3. Арчакова, С. Ю. Управление инновационной средой в условиях цифровой экономики : специальность 08.00.05 "Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности, в т.ч.: экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами; управление инновациями; региональная экономика; логистика; экономика труда; экономика народонаселения и демография; экономика природопользования; экономика предпринимательства; маркетинг; менеджмент; ценообразование; экономическая безопасность; стандартизация и управление качеством продукции; землеустройство; рекреация и туризм)" : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Арчакова Светлана Юрьевна, 2019. – 185 с.
4. Арчакова, С. Ю. Гармонизация методик оценки инновационной среды / С. Ю. Арчакова // Современная экономика: проблемы и решения. – 2018. – № 11(107). – С. 40-45.
5. Арчакова, С. Ю. Организационные условия развития региональной инновационной подсистемы / С. Ю. Арчакова // Экономика. Инновации. Управление качеством. – 2017. – № 4(21). – С. 36-40.
6. Гравшина, И. Н. К вопросу нормативно-правового регулирования цифровой экономики / И. Н. Гравшина, Н. И. Денисова // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 2: Юридические науки. – 2023. – № 1-1(36). – С. 12-16.

7. Нерозина, С. Ю. Цифровые технологии в современном строительстве - перспективы развития / С. Ю. Нерозина, А. Ю. Ключева, А. М. Платонова // Синтез наук в конкурентной экономике (проблемы современных экономических, правовых и естественных наук в России) : сборник статей по материалам IX Международной научно-практической конференции, Воронеж, 23–25 октября 2021 года / Европейская академия естественных наук, Воронежский государственный технический университет. Том 1. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2021. – С. 150-160.

8. Нерозина, С. Ю. Методика исследования уровня цифровой экономики / С. Ю. Нерозина, А. А. Осипов, В. К. Мильхерт, С. М. Березнякова // Строительство и недвижимость. – 2024. – № 1(14). – С. 127-133.

9. Викулина, В. В. Особенности нормативно-правового регулирования развития цифровой экономики в России / В. В. Викулина, А. С. Копельмянова // Анализ и укрепление устойчивости экономических систем в кризисных условиях : сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Магнитогорск, 29–31 марта 2023 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2023. – С. 161-165.

10. Чеснокова, Е. А. Обзор реализуемых проектов государственно-частного партнерства в Воронежской области / Е. А. Чеснокова, И. А. Косовцева, Т. С. Сухопарова, Ю. В. Камзолов // 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. 192-196.

11. Мещерякова, О. К. Опыт и перспективы развития государственно-частного партнерства в Российской Федерации / О. К. Мещерякова, А. В. Чурилова, Е. С. Майбурова // Строительство и недвижимость. – 2022. – № 1(10). – С. 72-78.

12. Чеснокова, Е. А. Практика применения проектов государственно-частного партнерства в центральном федеральном округе / Е. А. Чеснокова, Н. А. Понявина, Д. И. Емельянов // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2017. – № 9. – С. 30-35.

13. Мещерякова, О. К. Тенденции и перспективы развития государственно-частного партнерства в образовательной сфере Российской Федерации / О. К. Мещерякова, А. В. Чурилова, О. В. Грабовая // Строительство и недвижимость. – 2022. – № 2(11). – С. 141-148.

14. Каминский, С. М. Инновационное развитие экосистем / С. М. Каминский, Е. Н. Сыщикова, О. А. Попова [и др.]. – Москва: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2019. – 323 с.

15. Натаров, А. А. Инновационный потенциал Воронежской области / А. А. Натаров, А. А. Черных, А. И. Казарцева // Проблемы современных экономических, правовых и естественных наук в России - синтез наук в конкурентной экономике: Сборник статей по материалам VIII Международной научно-практической конференции, Воронеж-Ганновер, 17–19 мая 2019 года / Редколлегия: С.А. Колодяжный [и др.]. – Воронеж-Ганновер: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2019. – С. 263-265.

List of references

1. Zhukov, A. Z. Modern problems of regulatory regulation of the digital economy of the Russian Federation / A. Z. Zhukov, C. H. Ingushev, F. A. Khochuyeva // Problems of economics and legal practice. – 2021. – Vol. 17, No. 2. – pp. 315-319.

2. Mishchenko, A.V. The practice of applying public-private partnership projects in the Central Federal District / A.V. Mishchenko, E. A. Chesnokova, N. A. Ponyavina // Problems of modern economic, legal and natural sciences in Russia : Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference, Hanover-Voronezh, April 21-23, 2017. Volume 1. Hanover-Voronezh: Voronezh State Technical University, 2017. pp. 60-66.

3. Archakova, S. Y. Management of the innovation environment in the digital economy: specialty 08.00.05 "Economics and management of the national economy (by branches and fields of activity, including: economics, organization and management of enterprises, industries, complexes; innovation management; regional economics; logistics; labor economics; population economics and demography; economics of environmental management; economics of entrepreneurship; marketing; management; pricing; economic security; standardization and product quality management; land management; recreation and tourism)" : dissertation for the degree of Candidate of Economic Sciences / Archakova Svetlana Yurievna, 2019. 185 p.
4. Archakova, S. Y. Harmonization of methods for assessing the innovation environment / S. Y. Archakova // Modern economy: problems and solutions. – 2018. – № 11(107). – Pp. 40-45.
5. Archakova, S. Y. Organizational conditions for the development of the regional innovation subsystem / S. Y. Archakova // Economy. Innovation. Quality management. – 2017. – № 4(21). – Pp. 36-40.
6. Gravshina, I. N. On the issue of regulatory regulation of the digital economy / I. N. Gravshina, N. I. Denisova // Bulletin of the S.Y. Witte Moscow University. Series 2: Legal Sciences. – 2023. – № 1-1(36). – Pp. 12-16.
7. Nerozina, S. Y. Digital technologies in modern construction - prospects for development / S. Y. Nerozina, A. Y. Klyueva, A.M. Platonova // Synthesis of sciences in competitive economics (problems of modern economic, legal and natural sciences in Russia) : collection of articles based on the materials of the IX International Scientific and Practical Conference, Voronezh, 23-25 October 2021 / European Academy of Natural Sciences, Voronezh State Technical University. Volume 1. Voronezh: Scientific Book Publishing and Printing Center, 2021, pp. 150-160.
8. Nerozina, S. Y. Methodology for studying the level of the digital economy / S. Y. Nerozina, A. A. Osipov, V. K. Milkhert, S. M. Bereznyakova // Construction and real estate. – 2024. – № 1(14). – Pp. 127-133.
9. Vikulina V. V., Kopelmyanova A. S. Features of regulatory regulation of the development of the digital economy in Russia // Analysis and strengthening of the stability of economic systems in crisis conditions: proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Magnitogorsk, March 29-31, 2023. Magnitogorsk: Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, 2023, pp. 161-165.
10. Chesnokova, E. A. Review of ongoing public-private partnership projects in the Voronezh region / E. A. Chesnokova, I. A. Kosovtseva, T. S. Sukhoparova, Yu. V. Kamzolov // Construction and real estate: expertise and evaluation: Proceedings of the 15th International Conference, Prague, November 01-30, 2017 / under the general editorship of S.V. Zakharova, I. Krateny. Prague: ASN Controlling LLC, 2017, pp. 192-196.
11. Meshcheryakova O. K. Experience and prospects of development of public-private partnership in the Russian Federation / O. K. Meshcheryakova, A.V. Churilova, E. S. Maiburova // Construction and real estate. – 2022. – № 1(10). – Pp. 72-78.
12. Chesnokova, E. A. The practice of applying public-private partnership projects in the Central Federal District / E. A. Chesnokova, N. A. Ponyavina, D. I. Yemelyanov // FES: Finance. Economy. Strategy. - 2017. – No. 9. – pp. 30-35.
13. Meshcheryakova O. K. Trends and prospects of development of public-private partnership in the educational sphere of the Russian Federation / O. K. Meshcheryakova, A.V. Churilova, O. V. Grabovaya // Construction and real estate. – 2022. – № 2(11). – Pp. 141-148.
14. Kaminsky, S. M. Innovative development of ecosystems / S. M. Kaminsky, E. N. Syshchikova, O. A. Popova [et al.]. – Moscow: Publishing and Printing Center "Scientific Book", 2019. – 323 p.
15. Natarov, A. A. Innovative potential of the Voronezh region / A. A. Natarov, A. A. Chernykh, A. I. Kazartseva // Problems of modern economic, legal and natural sciences in Russia - synthesis of sciences in a competitive economy : Collection of articles based on the materials of the VIII International Scientific and Practical Conference, Voronezh-Hanover, May 17-19, 2019 /

Editorial board: S.A. Kolodyazhny [and others]. Voronezh-Hanover: Publishing and Printing Center "Scientific Book", 2019. pp. 263-265.

УДК 365.2

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РЫНКА ЗАГОРОДНОЙ НЕДВИЖИМОСТИ В РОССИИ: ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

С. Ю. Нерозина^{1,2}, В. А. Шишкина

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

Шишкина Виктория Александровна, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бЭУН-221, E-mail: shishkinaviktoria75@gmail.com

Аннотация: в настоящее время рынок загородной недвижимости остается очень актуальным и считается самым динамически развивающимся. Появляются все более разнообразные типы жилья, например, дачи, коттеджи, виллы, таунхаусы, экоддома, усадьбы и так далее. Потенциальные покупатели при выборе постоянного местожительства уделяют больше внимания транспортной доступности, общей инфраструктуре поселка, а также близость поликлиник, магазинов, детских садов и школ. Стоит отметить, что загородное жилье требует больше физических, моральных и финансовых затрат, чем приобретение квартиры в крупном городе. Поэтому перед покупкой или строительством необходимо рассмотреть и проанализировать все преимущества и недостатки. На текущий момент на рынке загородного строительства отмечается дефицит жилья за городом, однако растущий спрос будет стимулировать застройщиков на разработку новых проектов.

Ключевые слова: рынок, загородная недвижимость, спрос, преимущества, недостатки.

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF THE COUNTRY REAL ESTATE MARKET IN RUSSIA: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

S. Yu. Nerozina^{1,2}, V. A. Shishkina

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

Shishkina Victoria Alexandrovna, Voronezh State Technical University, student gr. bEUN-221, E-mail: shishkinaviktoria75@gmail.com

Abstract: currently, the suburban real estate market remains very relevant and is considered to be the most dynamically developing. There are more and more diverse types of housing, such as dachas, cottages, villas, townhouses, eco-houses, estates, and so on. When choosing a permanent residence, potential buyers pay more attention to transport accessibility, the overall infrastructure of the village, as well as the proximity of clinics, shops, kindergartens, and schools. It is worth noting that suburban housing requires more physical, moral, and financial effort than purchasing an apartment in a large city.

Therefore, before purchasing or building, it is necessary to consider and analyze all the advantages and disadvantages. Currently, there is a shortage of housing in the countryside, but the growing demand will encourage developers to develop new projects.

Keywords: market, suburban real estate, demand, advantages, disadvantages.

Актуальность загородного жилья в последние 5 лет стремительно увеличивается на рынке недвижимости. Это обусловлено тесной связью следующих факторов: экономических (рост инвестиционной деятельности, доступная ипотека), социальных (развитие инфраструктуры, урбанизация), экологических (использование экологических материалов), технологических (система умный дом) и так далее. Они в свою очередь влияют на спрос, предложение, проектирование и строительство в целом [1].

Согласно информации на май 2025 года, полученной в опросе аналитического центра Национального агентства финансовых исследований (НАФИ), более 45% россиян хотят приобрести или построить загородное жилье для постоянного проживания (рис. 1).

В основном интерес проявляют молодые семьи, как с детьми, так и без, в возрасте от 25 до 34 лет. Больше внимание при выборе уделяют транспортной доступности, общей инфраструктуре поселков, а также близость больниц, школ, детских садов и оборудованных парков [2].



Рис. 1. Предпочтенные места проживания жителей России

Можно отметить, что потенциальный спрос на загородную недвижимость в последние годы в среднем составляет около 565 тыс. домов в год. По сравнению с прошлым годом, эта цифра была меньше на 23%. Многопрофильный аналитический центр НАФИ объясняет высокий интерес жителей тем, что большинство семей хотели бы приобрести квартиры с тремя или более комнатами, однако доля таких объектов на рынке недвижимости очень мала, а цены на них высоки.

Понятие «загородная недвижимость» включает в себя все строения, земельные участки, находящиеся за чертой города. Однако, рынок загородного строительства не такой однородный, как может показаться на первый взгляд. С развитием данной сферы, стали появляться все более разнообразные типы жилья за городом, такие как: дачи, коттеджи, виллы, таунхаусы - они считаются наиболее распространенными (рис. 2).



Рис. 2. Распространенные типы загородного жилья в России

Рассмотрим особенности и их популярность среди покупателей [3,4].

Дача – это самый распространенный тип жилья на рынке загородной недвижимости. Она представляет собой летний или зимний домик с небольшим участком для садоводства и огородничества. Строительство зависит от ряда факторов: выбранного земельного участка, климатических условий, выделенного бюджета и индивидуальных предпочтений. В основном дача выполняется из деревянных, кирпичных, газобетонных строительных материалов. По причинам конструктивных особенностей такой тип жилья не приспособлен для постоянного проживания. В 2025 году около 60% россиян владеют дачными участками, спрос на них потихоньку уменьшается.

Коттедж – это индивидуальный двухэтажный жилой дом, расположенный в границах развитого поселка. Имеет небольшой участок земли и предназначен для постоянного или временного проживания. Существуют следующие варианты коттеджных построек: эконом-класс, комфорт-класс и бизнес-класс, как правило, различаются стоимостью и комфортностью проживания. Они выполняются из пиломатериалов, керамических кирпичей, блоков из газобетона или пенобетона. В настоящее время коттеджи являются одними из самых распространенных типов загородного жилья среди россиян.

Вилла – это одноэтажное или двухэтажное элитное жилье, расположенное в прибрежных зонах курортных поселков. Выполняется из керамического кирпича, деревянных конструкций, железо- или газобетонных блоков. Выбирая стройматериалы необходимо учитывать желаемую стилистику здания и территориальные особенности земельного участка. Индивидуальность виллы заключается в наличии зоны отдыха с бассейном, уникальных архитектурных конструкций, озеленения придомовой территории, а также наличием независимых коммуникаций. На данный момент указанный объект загородной недвижимости имеет низкий спрос из-за высокого ценового сегмента.

Таунхаус – это малоэтажный дом, объединенный в жилой комплекс. Состоит из отдельных, двух или десяти многоуровневых квартир, каждый со своим выходом на улицу. Здание имеет следующие отличительные черты: площадь может достигать более 300 кв. м, имеет близкое расположение друг к другу, небольшой огороженный земельный участок, выделенные парковочные места. Как правило, таунхаус считается промежуточным

вариантом между квартирой в крупном городе и классическим коттеджем. Выполняется из металлических, кирпичных, бетонных строительных материалов. На сегодняшний день данный объект недвижимости занимает место в ряду элитного жилья и имеет низкий спрос.

Рынок загородной недвижимости является неотъемлемой частью рынка недвижимости, в которой каждый объект имеет свой индивидуальный характер, сильные и слабые стороны, а также различные особенности. Загородная недвижимость для постоянного проживания по сей день остается востребованным сегментом для потребителей, это связано с продвижением, правильной реализацией и появлением новых тенденций [5].

Проанализируем сегодняшнюю обстановку на рынке загородной недвижимости. Из-за повышения ключевой ставки и инфляции, стоимость строительства объектов недвижимости возросла. Таким образом, произошло удорожание строительных материалов, а в дальнейшем средней стоимости квадратного метра. Однако спрос на жилье за городом остается неизменным, приобрести земельный участок и возвести на нем дом гораздо выгоднее, чем купить квартиру в многоэтажном здании. Для увеличения спроса, необходимо создание льготных программ, инфраструктурное развитие поселков, фокусирование на индивидуальных потребностях, создание новых вариантов показа объектов недвижимости. В 2025 году можно выявить тенденцию на приобретение покупателем небольшого загородного жилья, примерно 100 кв. м., это не только комфортное проживание, но и благоприятный ценовой сегмент. На текущий момент на рынке загородного строительства отмечается дефицит жилья за городом, однако растущий спрос будет стимулировать застройщиков на разработку новых проектов [6].

Перед покупкой или строительством собственного загородного жилья необходимо взвесить все преимущества и недостатки. Разберем каждый пункт отдельно.

Преимущества:

- 1) ценовая доступность загородного жилья или земельного участка;
- 2) большинство крупных городов страдают от загрязнения воздуха, питьевой воды, постоянного шума, и, это в свою очередь влияет на здоровье человека. Определенная удаленность от города позволяет проживать в более экологической местности;
- 3) отсутствие проблем с поиском места для парковки автомобиля;
- 4) возможность построить жилье по собственному проекту, например, выбрать тип жилья, количество комнат, высоту потолков, разновидность оконных и дверных проемов, а также варианты дизайна внутри дома и снаружи;
- 5) развитая инфраструктура большинства коттеджных поселков – торговые центры, детские площадки, оборудованные парки, скверы, поликлиники и так далее;
- 6) приобретение и установка солнечных батарей, сортировка и моментальная утилизация отходов, а также возведение загородного жилья из экологических материалов. Все это, также послужит улучшению качества жизни;
- 7) возможность оборудовать маленькую теплицу для выращивания полезных продуктов питания, посадить различные фруктовые деревья и клумбы с цветами;
- 8) полная организация земельного участка за домом, например, построить баню, оборудовать бассейн, мангальную зону или личный спортзал;
- 9) повышенный уровень безопасности, можно поставить камеры видеонаблюдения, лампы освещения с датчиками движения и тому подобное.

Недостатки:

- 1) сложность транспортной доступности в некоторых поселках, особенно при отсутствии личного транспорта;
- 2) низкое качество медицинских учреждений или полное их отсутствие из-за нехватки рабочих кадров и отдаленности от города;
- 3) самостоятельное благоустройство своего участка, например, стрижка газона, подрезание деревьев и кустов, уборка снега и так далее;

4) отсутствие должных образовательных учреждений, творческих кружков и различных спортивных секций;

5) помимо физического труда, необходимы будут и финансовые затраты;

6) необходимо иметь работу в удаленном формате, либо же тратить большое количество времени на дорогу до работы.

Подведем итог вышесказанного, перспектива загородного жилья в 2025 году остается актуальной на рынке недвижимости. Как правило, загородное жилье требует больше физических, моральных и финансовых затрат, чем приобретение квартиры в крупном городе. При выборе между двумя объектами недвижимости нужно полностью оценить все преимущества и недостатки. Если же предпочтение отдается загородному жилью то, необходимо уделить больше внимания выбору поселка и его расположению относительно города, а также инфраструктурному развитию.

Список литературы

1. Нерозина, С. Ю. Актуальные вопросы развития жилой недвижимости в России и Воронежской области / С. Ю. Нерозина, И. Д. Попов // Наука молодых - будущее России : сборник научных статей 8-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых, Курск, 12–13 декабря 2023 года. – Курск: Университетская книга, 2023. – С. 229-233.

2. Куриленко, Ю. В. Психографическое сегментирование потребителей на рынке загородной недвижимости / Ю. В. Куриленко // Вопросы экономики и права. – 2014. – № 78. – С. 119-122.

3. Арчакова, С. Ю. Оценка состояния и эффективного использования земель в Воронежской области / С. Ю. Арчакова, М. А. Быканова, Е. М. Евкина // Строительство и недвижимость. – 2018. – № 1-1(2). – С. 113-117.

4. Ивойлов, И. А. Структура и динамика рынка загородной недвижимости России / И. А. Ивойлов // Финансовые рынки и банки. – 2022. – № 2. – С. 71-74.

5. Ивойлов, И. А. Структура и динамика рынка загородной недвижимости России / И. А. Ивойлов // Финансовые рынки и банки. – 2022. – № 2. – С. 71-74.

6. Карабин, А. И. Тенденции развития рынка загородной недвижимости в России / А. И. Карабин // Наука и технологии : Материалы Международной научно-практической конференции, Москва, 26–27 ноября 2024 года. – Москва: Государственный университет управления, 2025. – С. 170-173.

List of references

1. Nerozina, S. Y. Actual issues of residential real estate development in Russia and the Voronezh region / S. Y. Nerozina, I. D. Popov // Science of the young - the future of Russia : collection of scientific articles of the 8th International Scientific Conference of Promising developments of Young Scientists, Kursk, December 12-13, 2023. Kursk: University Book, 2023. pp. 229-233.

2. Kurylenko, Yu.V. Psychographic segmentation of consumers in the suburban real estate market / Yu. V. Kurylenko // Issues of economics and law. - 2014. – No. 78. – pp. 119-122.

3. Archakova, S. Y. Assessment of the condition and effective use of land in the Voronezh region / S. Y. Archakova, M. A. Bykanova, E. M. Evkina // Construction and real estate. – 2018. – № 1-1(2). – Pp. 113-117.

4. Ivoilov, I. A. Structure and dynamics of the suburban real estate market in Russia / I. A. Ivoilov // Financial markets and banks. – 2022. – No. 2. – pp. 71-74.

5. Ivoilov, I. A. Structure and dynamics of the suburban real estate market Russian Real estate / I. A. Ivoilov // Financial markets and banks. – 2022. – No. 2. – pp. 71-74.

6. Karabin, A. I. Trends in the development of the suburban real estate market in Russia / A. I. Karabin // Science and technology : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Moscow, November 26-27, 2024. Moscow: State University of Management, 2025, pp. 170-173.

УДК 330.323

ОЦЕНКА СОЦИАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА НА ПРИМЕРЕ ДЕТСКОГО САДА

Е. А. Чеснокова, А. С. Чесноков, Ю. М. Писарева, А. А. Пашенцева

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

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

Писарева Юлия Максимовна, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бПГС-221, E-mail: pisareva1806@mail.ru

Пашенцева Алевтина Андреевна, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бПГС-216, E-mail: alechkapashentseva@yandex.ru

Аннотация: в настоящее время усиливается интерес к вопросам социальной сферы. Актуальной становится проблема оценки эффективности инвестиций в эту область, поскольку на результаты влияют человеческие факторы. Социальные объекты (детские сады, школы, больницы, дома престарелых, спортивные центры и др.) играют ключевую роль в развитии общества, их социальная эффективность оценивается не только по экономическим показателям, но и по вкладу в качество жизни населения. В статье рассмотрены ключевые аспекты социальной эффективности. На примере детского сада с помощью системы показателей социальной эффективности проекта проведена оценка социального эффекта по трем группам: степени социальной направленности проекта, степени влияния осуществления проекта на жизнь населения, финансовое обеспечение и сроки реализации проекта и определен средневзвешенный коэффициент социальной эффективности.

Ключевые слова: социальная эффективность, аспекты, оценка, показатели, детские сады.

EVALUATION OF SOCIAL EFFICIENCY OF INVESTMENT CONSTRUCTION PROJECT USING THE EXAMPLE OF A KINDERGARTEN

E. A. Chesnokova, A. S. Chesnokov, Yu. M. Pisareva, A. A. Pashentseva

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

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

Pisareva Yulia Maksimovna, Voronezh State Technical University, student of group bPGS-221, E-mail: pisareva1806@mail.ru

Pashentseva Alevtina Andreevna, Voronezh State Technical University, student of group bPGS-216, E-mail: alechkapashentseva@yandex.ru

Abstract: currently, there is increasing interest in social issues. The problem of assessing the effectiveness of investments in this area is becoming relevant, since the results are affected by human factors. Social facilities (kindergartens, schools, hospitals, nursing homes, sports centers, etc.) play a key role in the development of society, their social efficiency is assessed not only by economic indicators, but also by their contribution to the quality of life of the population. The article considers the key aspects of social efficiency. Using the example of a kindergarten, using the system of indicators of social efficiency of the project, an assessment of the social effect was carried out in three groups: the degree of social focus of the project, the degree of impact of the project on the life of the population, financial support and timing of the project, and the weighted average coefficient of social efficiency was determined.

Key words: social efficiency, aspects, assessment, indicators, kindergartens.

Социальная эффективность - это способность проекта, программы или политики достигать поставленных социальных целей с оптимальным использованием ресурсов (временных, финансовых, человеческих). Она оценивает, насколько действия организации или государства улучшают качество жизни общества, решают социальные проблемы и удовлетворяют потребности различных групп, особенно уязвимых.

К ключевым аспектам социальной эффективности можно отнести: целевую направленность, оптимизацию ресурсов, долговечность и инклюзивность (рис.1).



Рис. 1. Ключевые аспекты социальной эффективности

Расчет социальной эффективности направлен на оценку положительного влияния проекта, программы или политики на общество. В отличие от экономической эффективности, здесь учитываются не только финансовые показатели, но и социальные, экологические, культурные и другие нематериальные факторы.

Строительство детских садов – важный социальный проект, влияющий на демографию, занятость родителей, качество дошкольного образования и общее благополучие общества. Оценка социальной эффективности такого строительства помогает определить,

насколько хорошо проект решает поставленные задачи и оправдывает вложенные ресурсы [1-2].

Проведем расчет социального эффекта на примере строительства 2-х этажного детского сада на 135 мест в селе Орлово Воронежской области.

Проведем оценку социальной эффективности с помощью системы показателей социальной эффективности проекта [3]. Коэффициент социальной эффективности проектов рассчитывается, как средневзвешенное значение показателей социальной эффективности проекта: степени социальной направленности проекта, степени влияния осуществления проекта на жизнь населения, финансовое обеспечение и сроки реализации проекта. Данная методика основывается на вычислении средневзвешенного коэффициента социальной эффективности, определяемого по субъективной оценке.

В соответствии с методикой, средневзвешенное значение определяется по формуле:

$$C_{se} = \sum_{i=0}^N (ISE_i \times W_i);$$

где ISE_i – показатель социальной эффективности, %;

W_i – вес показателя;

N – количество показателей;

i – порядковый номер показателя.

Вес и значимость показателей устанавливаются в зависимости от предпочтений инвестора [4]. Показатели общественной эффективности могут отражать результаты реализации инвестиционного проекта для общества, включая как прямые результаты и затраты проекта, так и затраты и результаты в смежных секторах экономики, а также экологические, социальные и другие внеэкономические эффекты [5-6].

Таким образом, сбалансированный подход к инвестиционным проектам, объединяющий экологические, социальные и экономические факторы, способствует устойчивому развитию и создаёт долгосрочные выгоды для всех участников.

Произведем оценку социальной эффективности по трем группам показателей в таблице 1.

Таблица 1

Оценка социальной эффективности строительства детского сада на 135 мест

Показатель	Вес показателя	Значение	Средневзвешенное значение
Степень социальной направленности объекта			
Приоритетность	0,3	100%	30%
Обеспеченность услугами	0,25	60%	15%
Отраслевая принадлежность	0,1	100%	10%
Охват результатами проекта	0,35	60%	21%
Итого	1		76%
Степень влияния проекта на жизнь населения			
Снижение уровня безработицы	0,2	75%	15%
Влияние на объем услуг	0,45	100%	45%
Влияние на качество услуг	0,35	70%	24,5%
Итого	1		84,5 %

Продолжение табл. 1

Показатель	Вес показателя	Значение	Средневзвешенное значение
Степень социальной эффективности по критериям финансового обеспечения и срокам реализации проекта			
Обеспеченность финансированием	0,25	75%	18,75%
Реализация принципов софинансирования	0,45	100%	45%
Ввод в эксплуатацию	0,16	70%	11,2%
Состояние завершенности	0,14	100%	14%
Итого	1		88,95%

По результатам оценки мы видим, что социальная направленность проекта составила 76%, эффективность новой постройки для жителей села составляет 84,5% и степень влияния проекта на жизнь населения составляет 88,95%, все показатели выше 50%.

Определим средневзвешенный коэффициент социальной эффективности по формуле:

$$C_{se} = \frac{76 + 84,5 + 88,95}{3} = 83,15\%$$

Средневзвешенный коэффициент социальной эффективности составил 83,15%, что свидетельствует о целесообразности строительства детского сада на 135 мест в селе Орлово Воронежской области.

Для достижения таких результатов необходимо внедрение инновационных технологий, которые могут значительно повысить эффективность производства и улучшить качество предоставляемых услуг. Использование цифровых платформ и автоматизации процессов, которые позволят сократить затраты и время на выполнение задач, а также повысить уровень прозрачности и доверия между всеми участниками процесса.

Также важно помнить и о социальной ответственности бизнеса. Компании должны стремиться не только к получению прибыли, но и положительно воздействовать на общество. Это может проявляться в виде участия в благотворительных инициативах, поддержки местных сообществ или внедрения принципов этичного ведения бизнеса. Соответствующие усилия не только укрепляют репутацию компаний, но и способствуют формированию более устойчивого и справедливого общества.

Таким образом социальная эффективность строительства детских садов измеряется не только количеством построенных зданий, но и реальным улучшением жизни семей. Оптимальный проект должен: устранять дефицит мест, повышать качество услуг, давать и экономический эффект от реализации проекта. Правильная оценка позволяет строить сады там, где они действительно нужны, и максимально использовать их потенциал для развития общества и региона.

Список литературы

1. Мучников, И. А. Управление объектом недвижимости на примере детского сада в г. Воронеж, / И. А. Мучников, С. Ю. Нерозина, Е. А. Чеснокова // Студент и наука. 2023. № 1 (24). С. 28-32.

2. Мещерякова, О. К., Управление объектом недвижимости: инвестирование, финансирование, анализ / О. К. Мещерякова, Н. В. Сироткина, М. А. Мещерякова, Е. А. Чеснокова // учебное пособие для студентов всех форм обучения специальности 270115 «Экспертиза и управление недвижимостью» / Воронеж, 2020.

3. Царитова, К. Г. Корпоративная социальная ответственность в системе управления устойчивым развитием организации: учебное пособие / К. Г. Царитова. - Москва : Русайнс, 2018. - 73 с. - ISBN 978-5-4365-2890-8. — URL: <https://book.ru/book/931135> (дата обращения: 07.07.2025). - Текст: электронный.

4. Богданова, А. С. Оценка эффективности инвестиционных проектов, имеющих социальную направленность [Электронный ресурс] // Ученые России. - 2012. - URL: <https://rae.ru/forum2012/21/2460> (дата обращения: 04.07.2025).

5. Чеснокова, Е. А. Управление инвестиционной стоимостью объекта недвижимости на основе модели количественной оценки рисков / Е. А. Чеснокова, А. С. Чесноков // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2022. Т. 19. № 1. С. 33-38.

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

List of references

1. Muchnikov, I. A. Management of a real estate object on the example of a kindergarten in Voronezh, / I. A. Muchnikov, S. Yu. Nerozina, E. A. Chesnokova // Student and science. 2023. No. 1 (24). pp. 28-32.

2. Meshcheryakova, O. K., Real estate management: investing, financing, analysis / O. K. Meshcheryakova, N. V. Sirotkina, M. A. Meshcheryakova, E. A. Chesnokova // textbook for students of all forms of education specialty 270115 "Expertise and management of real estate" / Voronezh, 2020.

3. Tsaritova, K. G. Corporate social responsibility in the management system of sustainable development of an organization: a textbook / K. G. Tsaritova. - Moscow : Rusains, 2018. - 73 p. - ISBN 978-5-4365-2890-8. — URL: <https://book.ru/book/931135> (date of request: 07.07.2025). - Text: electronic.

4. Bogdanova, A. S. Evaluation of the effectiveness of investment projects with a social orientation [Electronic resource] // Scientists of Russia. - 2012. - URL: <https://rae.ru/forum2012/21/2460> (date of request: 07/04/2025).

5. Chesnokova, E. A. Management of the investment value of a real estate object based on a quantitative risk assessment model / E. A. Chesnokova, A. S. Chesnokov // FES: Finance. Economy. Strategy. 2022. Vol. 19. No. 1. pp. 33-38.

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

Научное издание

СТРОИТЕЛЬСТВО И НЕДВИЖИМОСТЬ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Выпуск № 4 (19), 2025

Дата выхода в свет: 01.08.2025.

Объем данных 3,4 Мб