



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

ISSN 2949-3749 (Online)

СТРОИТЕЛЬСТВО И НЕДВИЖИМОСТЬ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Выпуск № 5 (20), 2025

ISSN 2949-3749 (Online)

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

СТРОИТЕЛЬСТВО И НЕДВИЖИМОСТЬ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Выпуск № 5 (20), 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

- Чеснокова Е. А., Чесноков А. С., Пушкарная Л. В., Прошунин Д. П.** 6
Актуальность и эффективность разработки проектов смешанной застройки на примере г. Воронежа

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

- Арзуманов Арб. А., Столярова Т. А., Богач В.** 12
Основные принципы и преимущества BCORE–технологии
- Курасов И. С., Иванкин К. А., Правкина Д. В., Петрищева К. Н.** 18
Анализ энергоэффективности промышленных теплиц при выборе материалов ограждающих конструкций для круглогодичной эксплуатации
- Мясищев Р. Ю., Дубровин Н. В., Сергеев Ю. Д., Сергеева А. Ю.** 25
Определение прочностных характеристик арматуры в железобетонных конструкциях при проведении строительно-технической экспертизы
- Сергеев Ю. Д., Мясищев Р. Ю., Герасименко В. А., Телегина А. В.** 32
Неразрушающие методы контроля технического состояния конструктивных элементов объекта строительства
- Хегай А. О., Щенецкова У. А.** 40
Отечественные и зарубежные нормы проектирования фиброжелезобетонных конструкций из низко модульной фибры

УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

- Косовцева И. А., Козырева Е. А.** 49
Оценка экономической эффективности «зеленых» стандартов (BREEAM, LEED, DGNB) с позиции полного жизненного цикла коммерческой недвижимости
- Шипилова И. А., Попов А. В.** 54
Необходимость проведения экспертизы несущей способности строительных конструкций при длительном перерыве в возведении

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

- Власов В. Б., Потехин И. А.** 59
Тревожные симптомы в развитии жилищного сегмента строительного рынка Российской Федерации
- Нерозина С. Ю., Габриелян Г. Е., Рахманов М. А., Семёнов П. О.** 65
Стратегический выбор схемы бюджетирования проекта: экономический анализ и практические подходы

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ

УДК 711.553

АКТУАЛЬНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТОВ СМЕШАННОЙ ЗАСТРОЙКИ НА ПРИМЕРЕ Г. ВОРОНЕЖА

Е. А. Чеснокова, А. С. Чесноков, Л. В. Пушкарная, Д. П. Прошунин

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

Пушкарная Лилия Витальевна, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. змТПР-241, E-mail: lp@aremail.ru

Прошунин Дмитрий Петрович, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. змТПР-241, E-mail: dp@aremail.ru

Аннотация: в статье анализируются важные аспекты разработки смешанной застройки, направленные на улучшение пространственной структуры города Воронежа. Этот формат не является абсолютно новым - исторически центры старых городов формировались именно по такому принципу, когда люди часто жили и работали в одном здании. Современное возрождение этой концепции представляет собой ответ на вызовы, возникшие в результате массовой автомобилизации и индустриализации. В работе представлены аспекты, определяющие актуальность смешанной застройки, а также представлены проекты смешанной застройки на примере г. Воронежа. На основе проведенного анализа выявлены ключевые аспекты эффективности застройки города и выделены направления для повышения эффективности будущих проектов.

Ключевые слова: смешанная застройка, проект, ключевые аспекты, эффективность.

RELEVANCE AND EFFICIENCY OF DEVELOPING MIXED-DEVELOPMENT PROJECTS USING THE EXAMPLE OF VORONEZH

E. A. Chesnokova, A. S. Chesnokov, L. V. Pushkarnaya, D. P. Proshunin

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

Pushkarnaya Liliya Vitalievna, *Voronezh State Technical University, Master's student, group zmTPR-241, E-mail: lp@apemail.ru*

Proshunin Dmitry Petrovich, *Voronezh State Technical University, Master's student, group zmTPR-241, E-mail: dp@apemail.ru*

Abstract: this article analyzes key aspects of mixed-use development aimed at improving the spatial structure of Voronezh. This format is not entirely new - historically, old city centers were formed according to this principle, with people often living and working in the same building. The modern revival of this concept represents a response to the challenges posed by mass motorization and industrialization. The paper presents aspects that determine the relevance of mixed-use development and presents mixed-use development projects using Voronezh as an example. Based on the analysis, key aspects of the city's development efficiency are identified and areas for improving the effectiveness of future projects are highlighted.

Key words: mixed development, project, key aspects, efficiency.

Смешанная застройка - это тип планировочной организации территории, при котором в пешей доступности друг от друга размещаются жилые дома, коммерческие помещения, офисы, культурные и социальные объекты. В отличие от устаревшего принципа строгого зонирования, этот подход создает живую и многофункциональную городскую ткань.

Такой формат не является абсолютно новым - по этому принципу исторически формировались центры старых городов, где люди часто жили и работали в одном здании. Его современное возрождение - это ответ на вызовы, порожденные эпохой массовой автомобилизации и индустриализации.

В России размещение объектов в рамках смешанной застройки регламентируется нормами. Например, допускается включение производственных объектов, которые не создают вредных воздействий сверх установленных норм и требуют санитарно-защитной зоны не более 50 метров. Для плотных городских территорий допускается проектирование объектов инфраструктуры (например, детских садов) встроенного или встроенно-пристроенного типа при условии соблюдения всех санитарных требований.

Актуальность разработки проектов смешанной застройки чрезвычайно высока. Этот подход рассматривается как комплексное решение ключевых проблем современных городов, от транспортных коллапсов до социальной разобщенности, и соответствует глобальным трендам на устойчивое развитие и комфортную среду.

На рисунке 1 представлена аспекты, определяющие актуальность смешанной застройки.

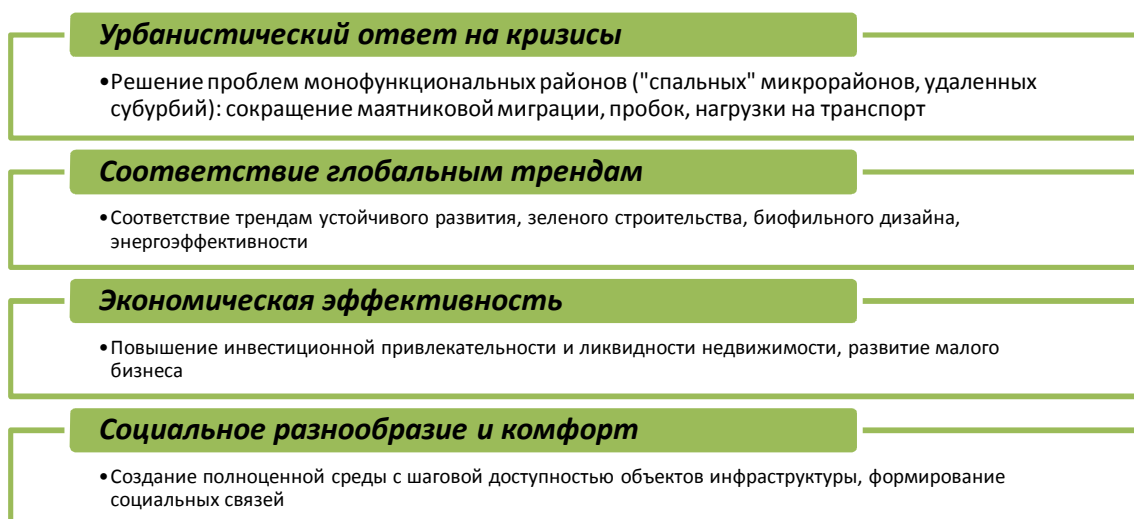


Рис. 1. Аспекты, определяющие актуальность смешанной застройки

Для успешной реализации проектов смешанной застройки важно учитывать несколько факторов: преодоление консерватизма, использование современных технологий, комплексный подход.

В рамках первого фактора, застройщикам и проектировщикам необходимо отходить от привычных шаблонов микрорайонной застройки в пользу более сложных, но эффективных решений.

Внедрение BIM (информационного моделирования зданий), вычислительного проектирования и параметрического дизайна позволяет создавать оптимальные и уникальные проекты, что соответствует фактору использования современных технологий [1-2].

В рамках комплексного подхода: проект должен разрабатываться как единый организм, где гармонично сочетаются архитектура, инфраструктура, благоустройство и экологические решения.

На примере Воронежа можно увидеть, что эффективность проектов смешанной застройки - это сложный результат взаимодействия градостроительных концепций, нормативного регулирования, экономических интересов и учета мнения горожан. Такие проекты могут быть реализованы на территории бывших промышленных зон, в исторических районах города и в зонах смешанной общественно-деловой застройки. К таким проектам можно отнести Жилой комплекс «Квартал мечты» (рис. 2) [3] предполагает застройку территории бывших промышленных зон воронежского мясокомбината и угольного склада в квартале, ограниченном улицами Девицкийвыезд, Бахметьева и Ворошиловатремя башнями в монолитном и панельном исполнении.



Рис. 2. Жилой комплекс «Квартал мечты», Ленинский район Воронежа, ул. Ворошилова, 10/1 [4]

Проект жилого квартала «Яблонево́е сады» (границы улиц Ломоносова, Загоровского и Московского проспекта) (рис. 3). Охватывает территорию порядка 52 га, включает жилые дома, школы, детские сады, поликлинику с подстанцией скорой помощи, спорткомплекс. Концепция застройки - «Город-парк»: через квартал пройдёт пешеходный бульвар протяжённостью 1,2 км.

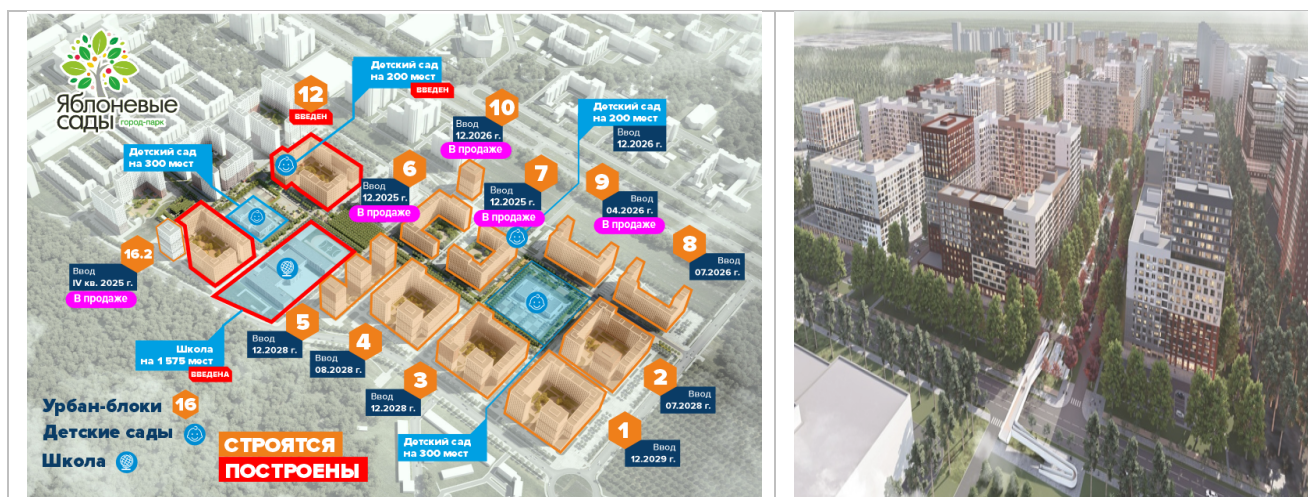


Рис. 3. Жилой квартал «Яблонево́е сады», границы улиц Ломоносова, Загоровского и Московского проспекта г. Воронежа [5]

Проект реновации территории бывшего хлебозавода №1 (квартал в центральной части города, ограниченный улицами Кольцовская, Фридриха Энгельса, Красноармейская, Куцыгина) (рис. 4). Организует застройку участка по принципу полузамкнутых дворов-кварталов. Включает жилой комплекс из трёх объёмов переменной этажности, объединённых массивным стилобатом, на первом этаже - нежилые помещения. На территории закрытого внутреннего двора расположены детские площадки, игровые площадки для разных возрастных групп, зоны тихого отдыха, места для барбекю.



Рис. 4. Общественно-деловой центр и жилой комплекс с домами от пяти до девяти этажей, располагается в центральной части г. Воронежа, ограниченный улицами Кольцовская, Фридриха Энгельса, Красноармейская, Куцыгина [6]

В таблице ниже систематизированы ключевые аспекты, определяющие эффективность такой застройки в Воронеже.

Таблица

Ключевые аспекты эффективности застройки (на примере г. Воронежа)

Аспект эффективности	Проявление в Воронеже	Проблемы и ограничения
Градостроительное планирование	Концепция «компактного города» в Генплане-2041: развитие центральных, регрессивных территорий и промзон	Давление застройщиков, ведущее к расширению периферийной застройки и росту нагрузки на инфраструктуру
Нормативно-правовое регулирование	Использование новых механизмов, например, Комплексного развития территорий (КРТ)	Сложность согласования изменений функциональных зон, неразработанность региональной нормативной базы
Экономическая целесообразность	Реновация центральных территорий под престижное жилье, пользующееся спросом	Низкая инвестиционная привлекательность из-за высокой сложности и затратности реновации
Социальный эффект и общественное участие	Создание комплексной среды с детсадами и школами в проектах КРТ, платформы для общественных обсуждений	Недостаточная увязка масштабной периферийной застройки с развитием транспорта, что усугубляет пробки

На основе анализа опыта Воронежа можно выделить следующие направления для повышения эффективности будущих проектов: соблюдение градостроительных принципов, совершенствование нормативной базы, развитие публичных процедур.

Необходимо противостоять точечной застройке и строго следовать концепциям, заложенным в генплане, обеспечивая синхронное развитие транспорта и социальной инфраструктуры. Для стимулирования инвесторов требуется дальнейшее развитие региональных нормативных механизмов, делающих проекты реновации финансово привлекательными. А активное и осмысленное вовлечение жителей через платформы вроде «Активного электронного гражданина» поможет находить баланс между современными требованиями и сохранением исторической среды города.

Опыт Воронежа демонстрирует, что эффективность смешанной застройки достигается не самим фактом совмещения функций, а комплексным и сбалансированным подходом. Успех зависит от качества планирования, гибкости регулирования, экономической обоснованности и учета интересов всех участников процесса.

Список литературы

1. Чеснокова, Е. А. Внедрение BIM-технологий для более эффективного управления объектами недвижимости / Е. А. Чеснокова, В. В. Хохлова, А. С. Чесноков // В сборнике: Организация строительного производства. Материалы II Всероссийской научной конференции. 2020. С. 169-173.
2. Чеснокова, Е. А. Экономическая эффективность применения BIM-технологий / Е. А. Чеснокова, В. В. Хохлова, А. В. Мищенко // Строительство и недвижимость. 2018. № 2-1 (3). С. 71-75.
3. Чеснокова, Е. А. Анализ и отечественный опыт проектов редевелопмента промышленных территорий / Е. А. Чеснокова, А. С. Чесноков, Д. Р. Виткалов, Ю. М. Писарева // Строительство и недвижимость. 2024. № 2 (15). С. 185-195.

4. Вести Воронеж. Статья «В Воронеже стартовала продажа квартир в ЖК «Квартал мечты» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://vestivrn.ru/news/2024/02/28/v-voronezhe-startovala-prodazha-kvartir-v-zhk-kvartal-mechty/>, Загл. С экрана. - Яз. рус. (дата обращения: 26.09.2025).
5. Домостроительный комбинат [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://dsk.vrn.ru/proekty/zhk-yablonevye-sady/>, Загл. С экрана. - Яз. рус. (дата обращения: 26.09.2025).
6. Вести Воронеж [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://vestivrn.ru/news/2022/03/25/voronezhcam-vpervye-pokazali-cto-postroyat-na-mestesnyonnogo-khlebozavoda/>, Загл. С экрана. - Яз. рус. (дата обращения: 26.09.2025).

List of references

1. Chesnokova, E. A. Introduction of BIM technologies for more effective management of real estate objects / E. A. Chesnokova, V. V. Khokhlova, A. S. Chesnokov // In the collection: Organization of construction production. Materials of the II All-Russian Scientific Conference. 2020. pp. 169-173.
2. Chesnokova, E. A. Economic efficiency of using BIM technologies / E. A. Chesnokova, V. V. Khokhlova, A.V. Mishchenko // Construction and real estate. 2018. No. 2-1 (3). pp. 71-75.
3. Chesnokova, E. A. Analysis and domestic experience of industrial territory redevelopment projects / E. A. Chesnokova, A. S. Chesnokov, D. R. Vitkalov, Y. M. Pisareva // Construction and real estate. 2024. No. 2 (15). pp. 185-195.
4. Vesti Voronezh. Article "Sale of apartments in the residential complex "Quarter of dreams" started in Voronezh [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://vestivrn.ru/news/2024/02/28/v-voronezhe-startovala-prodazha-kvartir-v-zhk-kvartal-mechty/>, Title. From the screen. - In Russian (accessed: 09/26/2025).
5. Domostroitelny kombinat [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://dsk.vrn.ru/proekty/zhk-yablonevye-sady/>, Title. From the screen. - Yaz. rus. (date of access: 09/26/2025).
6. Vesti Voronezh [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://vestivrn.ru/news/2022/03/25/voronezhcam-vpervye-pokazali-cto-postroyat-na-mestesnyonnogo-khlebozavoda/>, Title. From the screen. - In Russian (accessed: 09/26/2025).

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 69:07

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ПРЕИМУЩЕСТВА BCORE-ТЕХНОЛОГИИ

Арб. А. Арзуманов, Т. А. Столярова, В. Богач

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

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

Богач Владислава, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. змТПР-231, E-mail: bogach.vladislava1@mail.ru

Аннотация: в современном мире, где инновации и технологические прорывы становятся все более значимыми для развития различных отраслей, строительная индустрия также не отстает и продолжает идти вперед. Одним из ярких примеров подобных инновационных технологий является строительство из BCore-конструкций. Был продемонстрирован революционный подход к созданию зданий и сооружений, основанный на использовании передовых материалов и методов производства, позволяющий открывать новые горизонты в области строительства, обеспечивая не только повышение эффективности и скорости строительных процессов, но и улучшение экологической устойчивости и долговечности создаваемых объектов. Конструкции, произведенные по BCore-технологии, обладают высокой прочностью и устойчивостью к различным внешним воздействиям, а также демонстрируют улучшенные показатели по сравнению с традиционными методами строительства.

Ключевые слова: современные технологии, эффективность, строительная отрасль, конкурентоспособность, строительные процессы, скорость строительства.

MAIN PRINCIPLES AND ADVANTAGES OF BCORE-TECHNOLOGIES

Arb. A. Arzumanov, T. A. Stolyarova, V. Bogach

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

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

Bogach Vladislava, Voronezh State Technical University, Master's student gr. zmTPR-231, E-mail: bogach.vladislava1@mail.ru

Abstract: in today's world, where innovation and technological breakthroughs are increasingly crucial for the development of various industries, the construction industry is also keeping pace and continuing to advance. One striking example of such innovative technologies is construction using BCore structures. A revolutionary approach to building and constructing structures was demonstrated, based on the use of advanced materials and production methods. This approach opens new horizons in construction, ensuring not only increased efficiency and speed of construction processes but also improved environmental sustainability and durability of the resulting structures. Structures manufactured using BCore technology are highly durable and resistant to various external influences, and demonstrate improved performance compared to traditional construction methods.

Keywords: modern technologies, efficiency, construction industry, competitiveness, construction processes, speed of construction.

Технология BCore начала активно развиваться в последние годы как попытка объединить такие аспекты, как модульность, цифровизация, устойчивость и автоматизация. Она направлена на создание зданий, которые можно быстро и эффективно возводить с меньшими затратами и меньшим воздействием на окружающую среду [1].

Использование инновационных материалов и технологий производства, обеспечивает снижение затрат на строительство, что делает его более привлекательным для застройщиков и инвесторов.

Конструкция плит по технологии достаточно проста и представлена на рисунке 1.

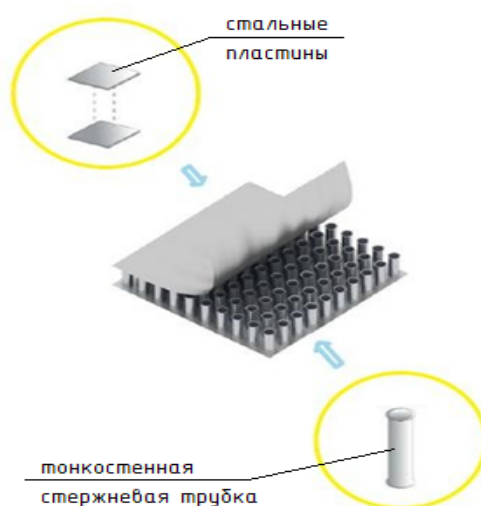


Рис. 1. Визуальное представление компонентов плиты

Между двух стальных пластин зажимают тонкостенные стержневые трубки с отбортированным краем, увеличивающим площадь сечения соединения. Рулонную медную фольгу помещают между стержневой трубкой и стальной пластиной и расплавляют горячим воздухом при температуре 1100°C для сварки элементов в прочную цельную деталь [2].

Состав Bcore плит, которые используются в строительстве и других отраслях, значительно влияет на их прочность и долговечность. Рассмотрим основные аспекты, касающиеся этого вопроса:

1. Материал основы: Bcore плиты могут быть изготовлены из различных материалов, таких как стеклопластик, карбон или алюминий. Каждый из этих материалов обладает своими физико-механическими свойствами, что напрямую влияет на прочность конструкции. Например, карбоновый композит имеет высокую прочность на сжатие и

растяжение, что делает его идеальным для сборных конструкций с высокими требованиями по нагрузке [3, 4].

2. Наполнение плит: наполнение Vcore плит осуществляется из различных заполнителей, а именно из пенопласта, древесноволокнистых плит, минеральных наполнителей и других. В зависимости от заполнителя плита будет иметь разные свойства. Будет различна жесткость, тепло- и звукоизоляция, а также удельный вес плиты. К примеру, легкие пенопласты в качестве заполнителя обеспечивают изготовление конструкции с меньшим весом, но не обеспечивают требуемую прочность.

3. Технология производства: существуют различные методы изготовления плит Vcore – вакуумная инфузия, прессование, литье. Выбор конкретной технологии изготовления определяет будет ли материал конструкции однородным или иметь дефекты, а также какова будет долговечность готовой конструкции.

4. Влияние внешних факторов: при проектировании Vcore плит следует учитывать возможные внешние воздействия на составляющие плиты, такие как влажность, температура, химические агенты и ультрафиолетовое излучение. Некоторые материалы могут быть менее устойчивыми к коррозии или повреждениям, что может сократить срок службы конструкции [5, 6].

5. Нагрузочные характеристики: правильная оценка статических и динамических нагрузок, действующих на конструкцию, также играет ключевую роль. Состав и конфигурация Vcore плит должны быть спроектированы с учетом ожидаемых нагрузок для обеспечения их долговечности и безопасности [7].

6. Экологические аспекты: состав Vcore плит также может включать экологически чистые материалы, что может повысить их устойчивость к разрушению при воздействии внешней среды и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

В целом, для достижения оптимального сочетания прочности и долговечности Vcore плит необходимо учитывать все эти факторы на этапе проектирования и производства. Это позволит создать конструкции, которые будут надежными и эффективными в эксплуатации.

Механические свойства плиты Vcore определяют ее способность выдерживать различные нагрузки и деформации, что является критически важным для обеспечения надежности и безопасности конструкций. Эти свойства зависят от состава материала, технологии производства и конструктивных особенностей плиты. Данные свойства приведены на рисунке 2.

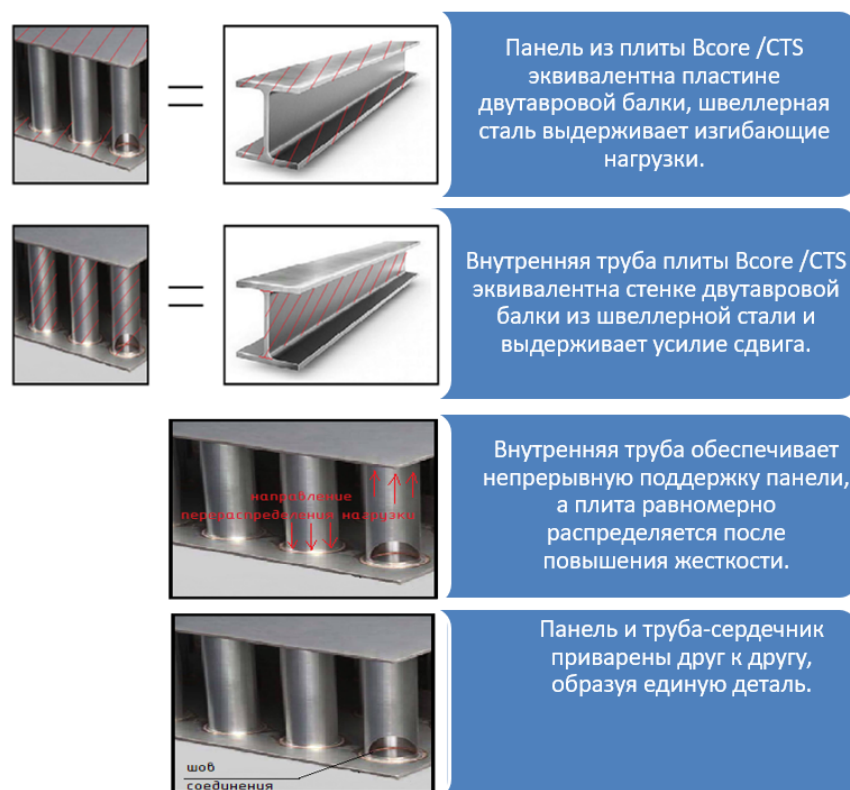


Рис. 2. Механические свойства плиты BCORE/CTS

Следует отметить общие требования, предъявляемые к конструкциям, изготовленным по BCORE-технологии:

1. Нормативные требования: соблюдение всех действующих строительных норм и правил (СНиП, СП), а также других нормативных документов, регламентирующих проектирование и строительство зданий и сооружений.
2. Технические условия: соблюдение технических условий на подключение к инженерным сетям (электропитание, водоснабжение, канализация, отопление, вентиляция).
3. Требования безопасности: обеспечение безопасности людей на всех этапах строительства и эксплуатации здания.
4. Экологические требования: минимизация негативного воздействия на окружающую среду.
5. Энергоэффективность: обеспечение высоких показателей энергоэффективности здания.

Надо отметить и специфические требования при проектировании:

- BIM-моделирование: обязательное использование технологии информационного моделирования зданий (BIM) для создания точной цифровой модели здания, содержащей информацию обо всех элементах и системах;
- модульное проектирование: проектирование здания с учетом модульной сетки и стандартных размеров BCORE модулей;
- оптимизация конструкции: оптимизация конструкции модулей и узлов соединений для достижения максимальной прочности, жесткости и устойчивости при минимальном весе;
- учет свойств материалов: учет специфических свойств BCORE материалов (прочность, модуль упругости, теплопроводность, звукоизоляция, долговечность);
- проектирование инженерных систем: интеграция инженерных систем в модули на этапе проектирования с учетом требований к энергоэффективности и экологичности;

- учет транспортных ограничений: проектирование модулей с учетом ограничений по габаритам и весу для транспортировки к месту строительства;
- разработка детальной документации: подготовка детальной рабочей документации для производства и монтажа модулей, включая спецификации на материалы, чертежи узлов соединений и инструкции по монтажу;
- учет климатических условий: учет климатических условий региона строительства при выборе материалов и конструктивных решений.

Одной из ключевых особенностей VCore является его экологическая составляющая. В отличие от традиционных методов, которые часто приводят к значительному загрязнению окружающей среды и потреблению природных ресурсов, VCore технология стремится к значительному уменьшению воздействия на экологию. Это достигается за счет использования возобновляемых материалов, оптимизации процессов производства и снижения отходов.

На основании вышеизложенного можно отметить, что VCore-технология позволяет изготавливать конструкции с прогнозируемыми свойствами. Конструкция плиты VCore соответствует требованиям по экологичности и долговечности, а самое главное, имеет достаточную механическую прочность. Все это предполагает дальнейшие исследования по применению VCore-технологии в условиях строительства объектов Центральной России.

Список литературы

1. Broad Group. (2021). B-Core: The Modern Material from Broad [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <http://en.broad.com/Storage/Largedownloads/enxbzztx.pdf> (дата обращения: 20.09.2025).
2. Modular Building Institute. (2021). B-Core: The Modern Material from Broad [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://www.modular.org/2021/10/28/b-core-the-modern-material-from-broad/> (дата обращения: 20.09.2025).
3. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменениями N 1, 3). Свод правил : издание официальное : утв. приказом Госстрой России от 25 июля 2012 г. № 109/ГС : дата введ. 2013-07-01 / разработан ЗАО «ЦНИИПСК им. Мельникова». - Москва : Министерство регионального развития Российской Федерации. – 293 с.
4. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81 (с Изменениями N 1). Свод правил : издание официальное : утв. Приказом Минстроя России от 30 декабря 2015 N 984/пр : дата введ. 2015-30-12 / разработан ЗАО «ЦНИИПСК им. Мельникова». - Москва : Министерство регионального развития Российской Федерации. – 232 с.
5. ГОСТ 1050-2013. Металлопродукция из легированных конструкционных качественных и специальных сталей. Введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 октября 2014 г. № 1451-ст. М.: Издательство стандартов, 2013. 30 с.
6. ГОСТ 12347—77. Стали легированные и высоколегированные. Утвержден и введен в действие постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 08.06.77 N 1435. М.: Издательство стандартов, 1977. 25 с.
7. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. Свод правил : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 03.12.2016 N 891/пр. – 147 с.

List of references

1. Broad Group. (2021). B-Core: The Modern Material from Broad [Electronic resource]: Access mode: URL: <http://en.broad.com/Storage/Largedownloads/enxbzztx.pdf> (date of access: 09/20/2025).
2. Modular Building Institute. (2021). B-Core: The Modern Material from Broad [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://www.modular.org/2021/10/28/b-core-the-modern-material-from-broad/> (date of access: 09/20/2025).
3. SP 70.13330.2012. Load-bearing and Enclosing Structures. Updated version of SNiP 3.03.01-87 (with Amendments No. 1, 3). Code of Practice : official edition : approved. by Order of the Gosstroy of Russia dated July 25, 2012 No. 109/GS : date of introduction. 2013-07-01 / developed by ZAO Melnikov Central Research Institute of Steel Structures. - Moscow : Ministry of Regional Development of the Russian Federation. – 293 p.
4. SP 16.13330.2011. Steel Structures. Updated version of SNiP II-23-81 (with Amendments No. 1). Code of Practice : official edition : approved. By Order of the Ministry of Construction of Russia dated December 30, 2015 N 984/pr: date of introduction. 2015-30-12 / developed by ZAO "TsNIIPSK im. Melnikov". - Moscow: Ministry of Regional Development of the Russian Federation. - 232 p.
5. GOST 1050-2013. Metal products from non-alloy structural high-quality and special steels. Put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated October 28, 2014 No. 1451-st. Moscow: Publishing House of Standards, 2013. 30 p.
6. GOST 12347-77. Alloyed and high-alloy steels. Approved and put into effect by Resolution of the State Standards Committee of the Council of Ministers of the USSR dated 08.06.77 N 1435. Moscow: Publishing House of Standards, 1977. 25 p.
7. SP 20.13330.2016. Loads and impacts. Updated version of SNiP 2.01.07-85*. Code of Practice: official edition: approved and put into effect by Order of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation dated 03.12.2016 N 891/pr. – 147 p.

УДК 697.133

АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕПЛИЦ ПРИ ВЫБОРЕ МАТЕРИАЛОВ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ КРУГЛОГОДИЧНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

И. С. Курасов, К. А. Иванкин, Д. В. Правкина, К. Н. Петрищева

Курасов Илья Сергеевич, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры жилищно-коммунального хозяйства, E-mail: ilya.kurasov@yandex.ru

Иванкин Кирилл Алексеевич, Воронежский государственный технический университет, аспирант гр. аТВ-24, E-mail: kirilivankin@yandex.ru

Правкина Дарья Владимировна, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бТВ-221, E-mail: pravkinad@yandex.ru

Петрищева Ксения Николаевна, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бГСХ-221, E-mail: kpetrishewa@yandex.ru

Аннотация: статья посвящена комплексному анализу материалов для ограждающих конструкций промышленных теплиц, направленному на повышение их энергоэффективности и снижение капитальных и эксплуатационных затрат. В качестве основных материалов рассмотрены стекло, сотовый поликарбонат, полимерные пленки и инновационные материалы, такие как фибролайт EТFE. Проведено сравнение их теплотехнических характеристик, светопропускания, долговечности и стоимости. Особое внимание уделено архитектурным особенностям теплиц (арочные, блочные, рамные конструкции) и их влиянию на выбор материалов. Предложены рекомендации по выбору параметров каркаса и покрытий, в зависимости от условий эксплуатации. Выявлено, что использование сотового поликарбоната в сочетании с рациональным шагом рам позволяет снизить теплопотери на 15–20% и стоимость строительства на 30–50% по сравнению с остекленными аналогами.

Ключевые слова: промышленные теплицы, энергоэффективность, поликарбонат, стекло, фибролайт, теплопотери, коэффициент ограждения.

ANALYSIS OF THE ENERGY EFFICIENCY OF INDUSTRIAL GREENHOUSES WHEN CHOOSING MATERIALS FOR ENCLOSING STRUCTURES FOR YEAR-ROUND OPERATION

I. S. Kurasov, K. A. Ivankin, D. V. Pravkina, K. N. Petrishcheva

Kurasov Ilya Sergeevich, Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Housing and Communal Services, E-mail: ilya.kurasov@yandex.ru

Ivankin Kirill Alekseevich, Voronezh State Technical University, postgraduate student of group aTV-24, E-mail: kirilivankin@yandex.ru

Pravkina Darya Vladimirovna, Voronezh State Technical University, student of the group bTV-221, E-mail: pravkinad@yandex.ru

Petrishcheva Ksenia Nikolaevna, Voronezh State Technical University, student of the group bGSX-221, E-mail: kpetrishewa@yandex.ru

Abstract: the article is devoted to a comprehensive analysis of materials for enclosing structures of industrial greenhouses, aimed at increasing their energy efficiency and reducing capital and operating costs. Glass, cellular polycarbonate, polymer films and innovative materials such as fibrolite ETFE are considered as the main materials. A comparison of their thermal characteristics, light transmission, durability and cost has been carried out. Special attention is paid to the architectural features of greenhouses (arched, block, frame structures) and their influence on the choice of materials. Recommendations on the choice of frame and coating parameters are offered, depending on the operating conditions. It has been revealed that the use of cellular polycarbonate in combination with a rational frame pitch reduces heat loss by 15-20% and construction costs by 30-50% compared to glazed counterparts.

Key words: industrial greenhouses, energy efficiency, polycarbonate, glass, fibrolite, heat loss, enclosure coefficient.

Промышленные теплицы являются ключевым элементом агропромышленного комплекса, обеспечивающим круглогодичное производство сельскохозяйственной продукции. Однако их энергоэффективность напрямую зависит от выбора ограждающих конструкций, которые определяют до 70% затрат на отопление [1]. Современные материалы, такие как стекло, поликарбонат и полимерные плёнки, существенно различаются по теплотехническим и экономическим параметрам, что требует детального анализа для проектирования рентабельных и экологических сооружений.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью снижения эксплуатационных расходов, включая затраты на отопление и вентиляцию, особенно в регионах с экстремальными климатическими условиями [2]. Кроме того, архитектурные особенности теплиц (пролет, угол наклона кровли, тип каркаса) влияют на выбор материала и энергоэффективность сооружения [3].

Цель работы - провести сравнительный анализ материалов для ограждающих конструкций промышленных теплиц, оценив их преимущества и недостатки с учётом:

- теплопроводности и светопропускания;
- стоимости строительства и эксплуатации;
- архитектурных ограничений (пролёт, снеговые нагрузки, форма каркаса).

Методология включает в себя:

- анализ данных ГОСТ, СП и научных публикаций;
- математическое моделирование теплопотерь для различных материалов;
- построение графиков на основе экспериментальных данных.

Для ограждающих конструкций теплиц используются различные материалы, такие как стекло, сотовый поликарбонат, полимерные плёнки (ПВХ, полиэтилен), инновационные материалы: фибролайт и ETFE. У каждого материала есть ряд преимуществ и недостатков.

Преимуществом стекла является высокая светопропускаемость (до 90%), критичная для фотосинтеза; долговечность (срок службы 20–30 лет); стабильность свойств при перепадах температур [4]. Однако присутствуют и недостатки. К ним относятся: высокая теплопроводность (0,8 Вт/(м·К)), ведущая к теплопотерям 120–150 Вт/м² при $\Delta t=30^{\circ}\text{C}$; большой вес (15–20 кг/м²), требующий усиленного стального каркаса (расход стали 12–15 кг/м²); стоимость: 3,5–5 тыс. руб/м² (с учётом монтажа) [5-7]. Стекланные ограждающие конструкции применяются для блочных многопролётных теплиц с углом наклона кровли $\geq 25^{\circ}$ для предотвращения снеговых мешков, а также в регионах с умеренными снеговыми нагрузками.

Сотовый поликарбонат представляет собой инновационный строительный материал, обладающий уникальными физико-механическими характеристиками, которые делают его востребованным в различных областях применения. К его достоинствам можно отнести

такие характеристики, как низкая теплопроводность ($0,2 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$) за счёт воздушных камер, снижающая теплопотери до $40 - 60 \text{ Вт/м}^2$ [5]; ударопрочность (выдерживает град диаметром до 20 мм); лёгкость ($1,2-1,5 \text{ кг/м}^2$), позволяющая использовать облегчённый каркас (расход стали $7-10 \text{ кг/м}^2$) ; стоимость: $1,8 - 2,5 \text{ тыс. руб/м}^2$ [6, 7]. Однако следует учитывать и некоторые недостатки материала. Светопропускание листов толщиной 16 мм снижается до $75 - 80\%$, что может потребовать дополнительного использования светоотражающих элементов для оптимизации внутреннего освещения, а также под воздействием ультрафиолетового излучения материал подвержен деградации, что требует нанесения защитного слоя. Применение сотового поликарбоната наиболее целесообразно в арочных и рамных теплицах с пролетом до 12 м и в регионах с высокой снеговой нагрузкой и сильными ветрами.

Полимерные плёнки, такие как поливинилхлорид (ПВХ) и полиэтилен, являются широко используемыми материалами в строительстве теплиц. По сравнению с другими материалами у ПВХ недостатков больше, чем преимуществ. К достоинствам можно отнести всего две характеристики, такие как минимальная стоимость ($200 - 500 \text{ руб/м}^2$) и простота монтажа и замены [7]. К недостаткам можно отнести: высокую теплопроводность ($0,4 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$); низкую долговечность (2 – 5 лет); ограниченную устойчивость к механическим повреждениям. Полимерные плёнки наиболее эффективны для использования в сезонных теплицах и регионах с мягким климатом, где средняя температура зимой $\geq -5^\circ\text{C}$.

В строительстве теплиц стали использовать инновационные материалы. Одним из таких материалов является фибролайт. Это стеклопластик с уникальными свойствами. К ним относят: высокую прочность (предел прочности на растяжение 1800 МПа), низкую теплопроводность ($0,2-0,23 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$) и малый вес ($1,4-1,6 \text{ кг/м}^2$), снижающий нагрузку на каркас [8]. Но среди этих преимуществ есть и недостатки. Это высокая стоимость (на 30–40% дороже поликарбоната) и потеря прозрачности при длительной эксплуатации. Комбинированное использование фибролайта с поликарбонатом позволяет повысить энергоэффективность конструкций.

ETFE (этилентетрафторэтилен) также является представителем инновационных материалов и имеет свои преимущества. Устойчивость к УФ-излучению и коррозии, длительный срок службы (до 25 лет) и высокая светопропускаемость – это достоинства, которыми обладает данный материал [9]. Конструкции из ETFE следует применять в регионах с агрессивной средой.

Следует рассмотреть архитектурные особенности промышленных теплиц. В строительстве используют три типа теплиц: арочные, блочные и рамные. Рассмотрим каждый вид более подробно.

Арочные теплицы имеют ряд преимуществ, таких как: минимизация снеговой нагрузки за счёт криволинейной формы, простота монтажа.

Присущие недостатки: повышенный коэффициент ограждения $K_{\text{огр.}} = 1,65$, ограничение по высоте для высокорослых культур [6].

Оптимальными материалами ограждающих конструкций для арочного типа теплиц являются поликарбонат и плёнки (рис. 1).



Рис. 1. Арочный тип теплицы из поликарбоната

Достоинства блочных теплиц: минимальный коэффициент ограждения $K_{огр.} = 1,55$, возможность масштабирования [6].

Недостатки: риск образования снежных мешков; высокая стоимость каркаса.

Оптимальными материалами для создания ограждающих конструкций для блочного типа теплиц являются стекло, сотовый поликарбонат (рис. 2).



Рис. 2. Блочный тип теплицы из сотового поликарбоната

Рамные теплицы имеют следующие преимущества: равномерное распределение нагрузок; возможность использования двойного слоя поликарбоната с $K_{огр.} = 1,58$ (рис. 3).



Рис. 3. Рамный тип теплицы

Недостатки: повышенный расход стали ($8-12 \text{ кг/м}^2$) [6].

Оптимальные параметры рамного типа теплиц: шаг рам: 5–6 м для I–III снеговых районов, пролёт - 12 м для минимизации тепловпотерь.

Изучив подробно каждый материал, провели сравнительный анализ стоимости (рис. 4).

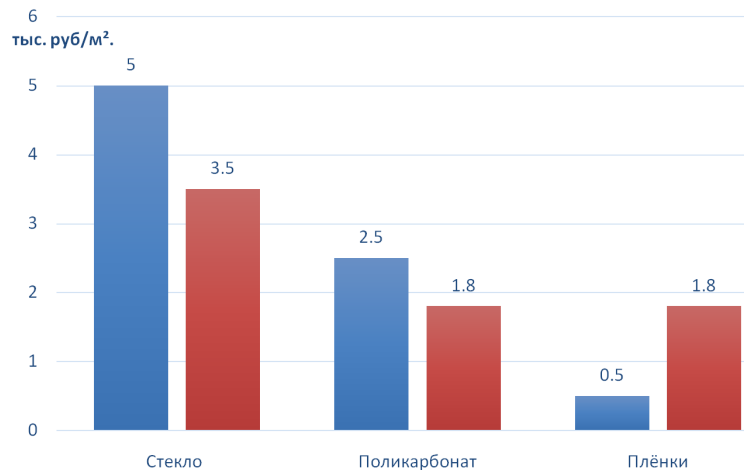


Рис. 4. Диапазон цен в зависимости от материала

Также была проведена сравнительная характеристика показателей энергоэффективности в зависимости от материала (рис. 5).

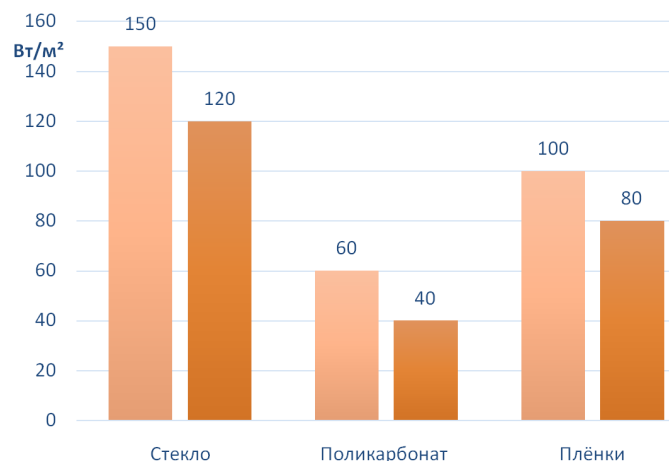


Рис. 5. Показатели энергоэффективности в зависимости от материала

Стоимость рассчитана для теплицы площадью 500 м². Данные получены из источников [6, 7].

Теплопотери рассчитаны для условий III снегового района (Орловская обл.) при температуре - 20°C.

Сотовый поликарбонат - оптимальный материал для большинства регионов России. Его применение снижает стоимость строительства на 30 – 50% и теплопотери на 15 – 20% по сравнению со стеклом. Стекло сохраняет актуальность для блочных многопролётных теплиц, где критична долговечность и светопропускание. Полимерные плёнки рекомендованы для временных и сезонных объектов. Фибролайты ETFE - перспективные материалы для регионов с агрессивной средой и высокими требованиями к прочности (см. табл. 1).

Таблица 1

Характеристики материалов ограждающих конструкций для теплиц круглогодичной эксплуатации

Критерий	Стекло	Поликарбонат	Пленки	Фибролайт
Светопропускание, %	90	80	70 – 90	85 – 92
Теплопроводность, Вт/(м·К)	0,8	0,2	0,4	0,2 – 0,23
Срок службы, лет	20 – 30	10 – 15	2 – 5	15 – 20
Стоимость, тыс. руб/м ²	3,5 – 5	1,8 – 2,5	0,2 – 0,5	3 – 4

Таким образом, в качестве наиболее энергоэффективного материала и при наличии относительно небольших нагрузок, включая ветровое давление и объем снегового покрова, рекомендуется применять поликарбонат. При этом, лишь незначительно изменение шага каркаса позволяет значительно увеличить воспринимаемую нагрузку без значительного увеличения капитальных затрат. В качестве экономичного и энергоэффективного варианта возможно комбинированное применение поликарбоната и полимерных пленок - в 2 слоя. Для большепролетных блочных типов теплиц в качестве материала рекомендуется применять стекло.

Перспективными направлениями для дальнейших исследований в области энергоэффективности промышленных теплиц является разработка гибридных материалов ограждающих конструкций (поликарбонат и фибролайт), а также внедрение BIM-моделирования для оптимизации параметров каркаса.

Список литературы

1. Блажнов, А. А. Поликарбонатные теплицы с трансформируемой кровлей / А. А. Блажнов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2019. - №11. - С.53–58.
2. Сухорукова, Н. В. Рациональные строительные решения фермерских теплиц / Н. В. Сухорукова, С. Г. Коркожа // Научный журнал молодых ученых. - 2022. - №1(26). - С.88 - 93.
3. Карпов, В. А. Энергоэффективные технологии при строительстве промышленной теплицы / В. А. Карпов, И. В. Соргутов // Международный научный журнал Вестник нуки. - 2024. - Т. 5. - №6 (75) - С. 739 - 744.
4. СП 107.13330.2012. Теплицы и парники. Актуализированная редакция СНиП 2.10.04-85 [Текст] / - Введ. 2013-01-01. - Москва: Минрегион России, 2012. - 27 с.
5. Новикова, Ю. К. Обзор современных светопрозрачных материалов / Ю. К. Новикова, Л. А. Голованова // Научный журнал Новые идеи нового века. - 2015. - Т. 3. - С. 260–265.
6. Блажнов, А. А. О применении сотового поликарбоната в ограждающих конструкциях зимних теплиц / А. А. Блажнов // Вестник строительства и архитектуры. - 2017. - №6. - С. 96–106.
7. РД - АПК 1.10.09.01 -14 Методические рекомендации по технологическому проектированию теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады. - [Текст] / М-во сел. Хоз-ва Рос. Федерации. - Москва: [б. и.], - 2014. - 99 с. - Введ. 2014-07-01.
8. Меркушев, Р. М. Перспективы применения светопрозрачных конструкций из полимерных композиционных материалов / Р. М. Меркушев // XXV Туполевские чтения: Материалы Международной молодежной научной конференции - КАИ, Казань, 10–11 ноября 2021 года / под общей редакцией А. Р. Сагиева. - Казань: КАИ, 2021. - Т 1. - С.487 - 490.

9. ГОСТ 10354-82 Пленка полиэтиленовая. Технические условия [Текст]: изд. офиц. / [исполнитель: Стандартиформ]. - Введ. 1983-01-01. - Москва: Стандартиформ, 2007. - IV, 21 с.

List of references

1. Blazhnov, A. A. Polycarbonate greenhouses with a transformable roof / A. A. Blazhnov // Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. - 2019. - No. 11. - pp.53-58.

2. Sukhorukova, N. V. Rational construction solutions for farm greenhouses / N. V. Sukhorukova, S. G. Korkozha // Scientific Journal of Young Scientists. - 2022. - №1(26). - Pp.88-93.

3. Karpov, V. A. Energy-efficient technologies in the construction of an industrial greenhouse / V. A. Karpov, I. V. Sorgutov // International scientific journal Bulletin of NUKI. - 2024. - Vol. 5. - No. 6 (75) - pp. 739-744.

4. SP 107.13330.2012. Greenhouses and greenhouses. Updated version of SNiP 2.10.04-85 [Text] / - Introduction. 2013-01-01. - Moscow: Ministry of Regional Development of Russia, 2012. - 27 p.

5. Novikova, Yu. K. Review of modern translucent materials / Yu. K. Novikova, L. A. Golovanova // Scientific journal New ideas of the new century. 2015. Vol. 3. pp. 260-265.

6. Blazhnov, A. A. On the use of cellular polycarbonate in enclosing structures of winter greenhouses / A. A. Blazhnov // Bulletin of Construction and Architecture. - 2017. - No. 6. - pp. 96-106.

7. RD - APK 1.10.09.01 -14 Methodological recommendations on the technological design of greenhouses and greenhouse plants for growing vegetables and seedlings. - [Text] / M-in villages. The Farm was Growing. Federation. Moscow: [B. I.], 2014. 99 p. Introduction. 2014-07-01.

8. Merkushev, R. M. Prospects for the use of translucent structures made of polymer composite materials / R. M. Merkushev // XXV Tupolev readings: Proceedings of the International Youth Scientific Conference - KAI, Kazan, November 10-11, 2021 / under the general editorship of A. R. Sagiev. Kazan: KAI, 2021, vol. 1, pp.487-490.

9. GOST 10354-82 Polyethylene film. Technical specifications [Text]: official publication. / [performer: Standartinform]. - Introduction. 1983-01-01. - Moscow: Standartinform, 2007. - IV, 21 p.

УДК 658.5: 624

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АРМАТУРЫ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТРОИТЕЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Р. Ю. Мясичев, Н. В. Дубровин, 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

Дубровин Никита Владимирович, Воронежский государственный технический университет, студент гр. БТВ-221, E-mail: nikit.dubrowin@yandex.ru

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

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

Аннотация: в статье рассматриваются методы определения прочностных характеристик арматуры в рамках строительно-технической экспертизы. В настоящее время для оценки качества арматуры применяется широкий спектр методов испытаний - от традиционных разрушающих до современных неразрушающих технологий. Описаны ключевые параметры, такие как предел текучести, предел прочности и относительное удлинение, а также их нормативные требования согласно ГОСТ. Приводятся основные методы испытаний: разрушающие (растяжение, изгиб) и неразрушающие (ультразвуковой контроль, магнитная дефектоскопия). Рассмотрено оборудование, применяемое для оценки качества арматуры, и проанализированы возможные отклонения от норм. Улучшение способов проверки арматуры при строительно-технической экспертизе критически важно для безопасности зданий и сооружений на всех этапах - от возведения до эксплуатации. Эта задача требует непрерывного сотрудничества и внимания со стороны ученых, компаний, производящих стройматериалы, и организаций, осуществляющих технический надзор.

Ключевые слова: строительно-техническая экспертиза, прочностные характеристики арматуры, предел текучести, испытания на растяжение, неразрушающий контроль.

DETERMINATION OF THE STRENGTH CHARACTERISTICS OF REINFORCEMENT IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES DURING CONSTRUCTION AND TECHNICAL EXPERTISE

R. Yu. Myasishchev, N. V. Dubrovin, 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 Organization, Expertise, and Real Estate Management, E-mail: 910371@mail.ru

Dubrovin Nikita Vladimirovich, *Voronezh State Technical University, Student of Group bTV-221, E-mail: nikit.dubrowin@yandex.ru*

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

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

Annotation: the article discusses methods for determining the strength characteristics of reinforcement in the framework of construction and technical expertise. Currently, a wide range of test methods are used to assess the quality of fittings, from traditional destructive to modern non-destructive technologies. Key parameters such as yield strength, tensile strength and elongation are described, as well as their regulatory requirements according to GOST. The main test methods are destructive (stretching, bending) and non-destructive (ultrasonic testing, magnetic flaw detection). The equipment used to assess the quality of fittings is reviewed and possible deviations from the norms are analyzed. Improving the methods of checking fittings during construction and technical expertise is critically important for the safety of buildings and structures at all stages - from construction to operation. This task requires continuous cooperation and attention from scientists, building materials companies, and technical supervision organizations.

Key words: construction and technical expertise, reinforcement strength characteristics, yield strength, tensile testing, non-destructive testing.

Современное строительство предъявляет высокие требования к надежности и долговечности зданий и сооружений. Особое внимание при этом уделяется качеству строительных материалов, среди которых арматура играет ключевую роль как основной элемент, обеспечивающий прочность железобетонных конструкций. В условиях возрастающих нагрузок и сложных эксплуатационных условий точное определение механических характеристик арматуры становится критически важным для обеспечения безопасности строительных объектов [1, 2].

Строительно-техническая экспертиза представляет собой комплекс мероприятий, направленных на оценку соответствия строительных конструкций проектным решениям и нормативным требованиям [3, 4]. В рамках такой экспертизы особое значение приобретают исследования прочностных характеристик арматурной стали, поскольку именно от этих параметров зависит несущая способность всего сооружения. Несоответствие фактических характеристик арматуры заявленным значениям может привести к катастрофическим последствиям, включая обрушение конструкций [5, 6].

Актуальность данной темы обусловлена несколькими факторами:

1. ужесточением нормативных требований к строительным материалам;
2. появлением новых видов арматуры с улучшенными характеристиками;
3. необходимостью точной диагностики состояния существующих строительных конструкций;
4. развитием методов неразрушающего контроля, позволяющих получать более точные данные о состоянии материалов [7].

В настоящее время для оценки качества арматуры применяется широкий спектр методов испытаний - от традиционных разрушающих до современных неразрушающих технологий. Каждый из этих методов имеет свои преимущества и ограничения, а их выбор зависит от конкретных задач экспертизы, условий проведения исследований и требуемой точности измерений.

Разрушающие методы испытаний арматуры предполагают механическое воздействие на образцы до их разрушения с целью точного определения прочностных характеристик.

Основным методом является испытание на растяжение, проводимое на универсальных разрывных машинах, в ходе которого фиксируются ключевые параметры: предел текучести, временное сопротивление разрыву, относительное удлинение и сужение образца. Также применяются испытания на изгиб и повторный изгиб для оценки пластичности, ударные испытания для определения хрупкости при динамических нагрузках, а также специальные тесты на усталостную прочность.

Эти методы дают наиболее точные и достоверные данные о механических свойствах материала, но требуют отбора образцов из конструкции, что ограничивает их применение при обследовании существующих сооружений [8, 9, 10].

Разрушающие испытания проводятся в строгом соответствии с ГОСТ 12004-81 (испытания на растяжение), ГОСТ 14019-2003 (испытания на изгиб) и другими нормативными документами [11, 12].

Современное оборудование позволяет автоматизировать процесс испытаний, повысить точность измерений и детализацию получаемых данных, включая построение полных диаграмм деформирования. Несмотря на появление современных неразрушающих методов, разрушающие испытания остаются эталонным способом определения прочностных характеристик арматуры и обязательны для сертификации новых материалов (рис. 1).



Рис. 1. Лабораторные испытания арматуры на изгиб согласно ГОСТ 12004-81

Instron 1500HDX – это мощная универсальная испытательная машина, предназначенная для проведения статических и динамических механических испытаний материалов и конструкций с высокой точностью. Она применяется в металлургии, строительстве, авиакосмической отрасли, автомобилестроении и научных исследованиях.

Основные технические характеристики Instron 1500HDX.

1. Нагрузочная способность:

- максимальная нагрузка: 1500 кН (150 тонн);

- тип силовой системы: гидравлическая или электромеханическая (в зависимости от модификации);

- диапазон скоростей нагружения: от 0,0001 до 1000 мм/мин (регулируется в зависимости от требований стандартов);

2. Применяемые испытания:

- растяжение (металлы, композиты, пластмассы);

- сжатие (бетон, керамика, пеноматериалы);

- изгиб (металлические балки, полимерные образцы);

- сдвиг (крепёжные элементы, клеевые соединения).

Неразрушающие методы контроля арматуры позволяют оценивать ее прочностные характеристики без повреждения конструкций. Основные методы включают ультразвуковой контроль, который выявляет внутренние дефекты и измеряет скорость распространения звука, коррелирующую с прочностью материала.

Электромагнитные методы, особенно вихретоковый контроль, эффективны для определения химического состава, структуры стали и поверхностных дефектов. Магнитопорошковый контроль обладает высокой чувствительностью к поверхностным трещинам и коррозии. Радиографические методы применяют для обнаружения внутренних дефектов в арматуре большого диаметра и контроля сварных соединений.

Термография выявляет зоны напряжений и скрытые дефекты по тепловым полям, а акустико-эмиссионный метод регистрирует развитие микротрещин и деформаций. Современные технологии сочетают несколько методов для повышения точности, используют цифровую обработку данных и автоматизацию измерений.

Неразрушающий контроль особенно ценен при обследовании существующих конструкций, позволяя оценить состояние арматуры без разрушения бетонного покрытия.

Тем не менее, для повышения надежности результаты, полученные таким образом, целесообразно подтверждать отдельными лабораторными исследованиями. Прогресс в этой области движется в сторону уменьшения размеров приборов, использования искусственного интеллекта для выявления дефектов и разработки интегрированных диагностических платформ (см. табл. 1).

Таблица 1

Сравнительный анализ методов

Критерий	Разрушающие методы	Неразрушающие методы
Точность	Высокая ($\pm 1-2\%$)	Средняя ($\pm 5-10\%$)
Объективность	Максимальная	Зависит от условий
Трудоемкость	Высокая	Средняя
Стоимость	Значительная	Умеренная
Возможность применения в конструкции	Ограниченная	Широкая
Время получения результатов	Часы-сутки	Минуты-часы

Для обеспечения точности и надежности итогов строительно-технической экспертизы арматурных конструкций важно принимать во внимание специфические аспекты ее реализации.

В первую очередь экспертная оценка предполагает использование интегрированного подхода, включающего визуальный анализ, изучение документации и применение специализированного оборудования для исследований. Важнейшим этапом является корректный отбор проб материала. Отобранные образцы должны адекватно отражать характеристики всей конструкции и извлекаться из различных ее частей, при этом необходимо тщательно документировать местоположение каждого образца.

При проведении лабораторных испытаний критически важно соблюдение стандартных условий (температура $20\pm 5^{\circ}\text{C}$, определенная скорость нагружения) так как их нарушение может исказить результаты. Для существующих конструкций особую сложность представляет оценка реального состояния арматуры под бетонным слоем, что требует применения специальных неразрушающих методов. Экспертиза всегда проводится с учетом проектной документации и нормативных требований, действовавших на момент возведения объекта.

Важной особенностью является необходимость статистической обработки данных, особенно при обследовании крупных объектов. Заключение эксперта должно содержать не только фактические данные, но и их интерпретацию с учетом условий эксплуатации, визуальных дефектов и исторических нагрузок. Особое значение имеет правильное оформление протоколов испытаний с указанием всех параметров и использованного оборудования.

В сложных случаях рекомендуется привлекать несколько независимых экспертов для перекрестной проверки результатов. Современная экспертиза все чаще использует цифровые технологии – от сканирования образцов до компьютерного моделирования их поведения под нагрузкой.

В заключение необходимо подчеркнуть, что современные методы определения прочностных характеристик арматуры в строительно-технической экспертизе достигли принципиально нового уровня, сочетающего высокоточные лабораторные исследования с передовыми технологиями неразрушающего контроля.

Проведенный анализ демонстрирует, что только комплексный подход, включающий механические испытания, ультразвуковую диагностику, электромагнитные методы и современные системы компьютерного анализа, позволяет получить достоверную картину реального состояния арматурной стали в конструкциях. Особое значение приобретает внедрение цифровых технологий обработки данных, что существенно повышает точность измерений и объективность экспертных оценок. Практика показывает, что применение современных методик контроля позволяет не только выявлять скрытые дефекты и отклонения от нормативных требований, но и прогнозировать остаточный ресурс строительных конструкций с точностью до 85-90% [13].

В условиях активного развития строительных технологий и ужесточения требований к безопасности зданий и сооружений особую актуальность приобретает постоянное совершенствование методов экспертизы, включая разработку новых стандартов испытаний, модернизацию оборудования и подготовку квалифицированных специалистов. Особенно перспективным направлением представляется создание интегрированных систем мониторинга, объединяющих данные лабораторных испытаний, неразрушающего контроля и математического моделирования.

Результаты исследований убедительно доказывают, что инвестиции в современное оборудование и внедрение передовых методик контроля позволяют не только повысить надежность строительных конструкций, но и добиться существенной экономии средств за счет оптимизации ремонтных мероприятий и продления срока службы объектов.

В конечном итоге совершенствование методов строительно-технической экспертизы арматуры следует рассматривать как важнейший элемент системы обеспечения безопасности строительства и эксплуатации зданий и сооружений, требующий постоянного внимания со стороны научного сообщества, производителей строительных материалов и органов технического надзора.

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. 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.

4. 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.

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

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 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.

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. 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.

11. ГОСТ 12004-81 Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение // издание официальное: Стандартинформ. - Москва, 2023, С. 12.

12. ГОСТ 14019-2003 Материалы металлические. Метод испытания на изгиб // издание официальное: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. - Минск, 2004, С. 8.

13. Сергеева, А. Ю. Анализ решаемых задач при выполнении строительно-технической экспертизы / А. Ю. Сергеева, К. А. Федоровская, Ю. Д. Сергеев, А. С. Гребенников // Строительство и недвижимость. - Воронеж, 2020. №2 (6), С. 130-134.

List of references

1. 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. 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.

4. 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.

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

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. 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.

11. GOST 12004-81 Reinforcing steel. Tensile testing methods // Official publication: Standartinform. - Moscow, 2023, p. 12.

12. GOST 14019-2003 Metal materials. Bending test method // Official publication: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification. - Minsk, 2004, p. 8.

13. Sergeeva, A. Y. Analysis of solved tasks in the performance of construction and technical expertise / A. Y. Sergeeva, K. A. Fedorovskaya, Yu. D. Sergeev, A. S. Grebennikov // Construction and real estate. Voronezh, 2020. No. 2 (6), pp. 130-134.

УДК 658.5: 624

НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА

Ю. Д. Сергеев, Р. Ю. Мясищев, В. А. Герасименко, А. В. Телегина

Сергеев Юрий Дмитриевич, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент 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

Герасименко Владислав Андреевич, Воронежский государственный технический университет, студент гр. БТВ-221, E-mail: vlad11032000@mail.ru

Телегина Анастасия Владимировна, Воронежский государственный технический университет, студент гр. БМСО-222, E-mail: a.telegina@internet.ru

Аннотация: в статье рассматриваются методы неразрушающего контроля в рамках строительно-технической экспертизы. Сегодня методы неразрушающего контроля могут применяться не только к стройматериалам, но и к возведенным жилым зданиям и каким-либо промышленным объектам и сооружениям. Благодаря своим высокотехнологичным техническим возможностям устройства неразрушающего контроля с определенной высокой степенью точности всегда точно определяют такие параметры, как прочность основания сооружения и его поверхностного слоя, а также содержание влаги в древесине, толщину необходимого защитного бетонного слоя до самой арматуры. Они также позволяют выявлять трещины, которые могут находиться внутри труб, пустоты в прочных бетонных конструкциях, а также зоны с повреждениями, коррозией, разрушением и в какой - то степени даже незначительные дефекты. Магнитная дефектоскопия включает в себя ряд известных неразрушающих методик, предназначенных для конкретного поиска дефектов в ферромагнетиках, а именно: железе, никеле, кобальте и известных их сплавах. Электрические, вихретоковые, радиоволновые и другие технологии неразрушающего контроля обеспечивают высокую скорость и точность измерений, гарантируя надежность результатов.

Ключевые слова: строительно-техническая экспертиза, несущие строительные конструкции, деформация, надежность, неразрушающий контроль.

NON-DESTRUCTIVE TESTING METHODS FOR THE TECHNICAL CONDITION OF STRUCTURAL ELEMENTS OF A CONSTRUCTION SITE

Yu. D. Sergeev, R. Yu. Myasishchev, N. V. Dubrovin, A. Yu. Sergeeva,

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

Gerasimenko Vladislav Andreevich, *Voronezh State Technical University, Student of Group bTV-221*, E-mail: vlad11032000@mail.ru

Telegina Anastasia Vladimirovna, *Voronezh State Technical University, Student of Group bMSO-222*, E-mail: a.telegina@internet.ru

Annotation: the article discusses the methods of non-destructive testing in the framework of construction and technical expertise. Today, non-destructive testing methods can be applied not only to building materials, but also to residential buildings and industrial facilities. Due to their high-tech technical capabilities, non-destructive testing devices with a certain high degree of accuracy always accurately determine such parameters as the strength of the base of the structure and its surface layer, as well as the moisture content in the wood, the thickness of the required protective concrete layer to the reinforcement itself. They also allow you to identify cracks that may be inside pipes, voids in strong concrete structures, as well as areas with damage, corrosion, destruction, and to some extent even minor defects. Magnetic flaw detection includes a number of well-known non-destructive techniques designed to specifically search for defects in ferromagnets, namely iron, nickel, cobalt and their known alloys. Electrical, eddy current, radio wave and other non-destructive testing technologies ensure high measurement speed and accuracy, ensuring reliable results.

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

Для определения технического состояния строительных конструкций и здания при проведении строительно-технической экспертизы широко задействуются методы неразрушающего контроля (НК) [1, 2]. Неразрушающий контроль как понятие представляет собой метод оценки состояния определенных промышленных машин, строений, а также производимой продукции на предприятиях. Данная оценка как метод проводится с использованием специализированной аппаратуры, и можно с уверенностью сказать, что при этом целостность исследуемого объекта всегда остается неповрежденной. Осуществление неразрушающего контроля, как правило, требует привлечения специального квалифицированного специалиста, называемого дефектоскопистом, а также применения точного специализированного оборудования, которое доступно в лаборатории неразрушающего контроля. Ключевая цель неразрушающего контроля состоит именно в том, чтобы определить уровень деформации, который может присутствовать в оборудовании на производственном объекте, а также может быть в опорных элементах зданий или сооружений, относящихся к опасным производственным объектам. Это стало необходимым для определения возможности дальнейшей обязательно безопасной эксплуатации этих объектов [3].

Магнитный метод контроля в настоящее время базируется на изучении конкретной реакции магнитного поля на нужный объект исследования. Такой метод используется для обнаружения определенных несовершенств в материалах, обладающих так называемыми ферромагнитными свойствами, таких как никель, железо, кобальт и некоторые известные их сплавы. С помощью такой магнитной дефектоскопии мы можем обнаружить трещины, а также тончайшие волосовины, ненужные инородные включения, непропаины и флокенообразование [4]. Эффективность данного метода достигается при определенном условии: что дефекты могут находиться на поверхности изделия или могут быть расположены на относительно небольшой глубине (не глубже 2-3 мм). Вышеуказанные магнитные методы контроля в настоящее время базируются на анализе полей так называемого магнитного рассеяния, окружающих ферромагнитные изделия, как правило, после их намагничивания. В зонах дефектов, таким образом, происходит изменение распределения определенных магнитных потоков, и всегда возникают поля рассеяния. Для

обнаружения и регистрации обнаруженных таких потоков, формирующихся над определенными дефектными участками, могут применяться разнообразные исследовательские техники (рис. 1).

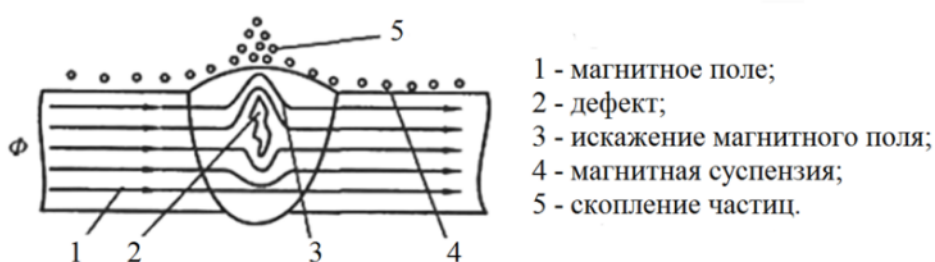


Рис. 1. Принцип выявления дефекта магнитным методом контроля

Электрический метод контроля как научный метод предполагает измерение характеристик электрического поля, которое, как правило, либо взаимодействует с исследуемым объектом, либо может индуцироваться в нем под воздействием определенных внешних факторов. Вышеуказанный электрический неразрушающий контроль (ЭК) всегда использует регистрацию параметров напряженности электрического поля, взаимодействующего с конкретным контролируемым образцом или генерируемого в нем посредством определенного внешнего влияния. ЭК методы, таким образом, получили широкое признание и благодаря их относительной простоте реализации, а также высокой информативности результатов и максимум возможности применения как к проводящим материалам, так и к непроводящим материалам любой известной геометрии. Ключевые понятия и объективные критерии этого метода стандартизованы в ГОСТ 25315-82 [5]. Электрический метод в настоящее время широко применяется для контроля и проверки обнаружения целостности изоляции, а также выявления поверхностных, нарушающих целостность, трещин, классификации сталей и измерения необходимой толщины гальванических покрытий (рис. 2).



Рис. 2. Электрический метод неразрушающего контроля

Широко применяемый в настоящее время вихретоковый метод основывается на анализе взаимодействия электромагнитного поля вихретокового преобразователя с магнитным полем вихревых токов, индуцированных в исследуемом объекте. Основу вихретокового неразрушающего контроля составляет оценка и изучение соотношения и взаимосвязи между полями, а именно внешним электромагнитным полем и магнитным полем, так называемых вихревых токов, производимых катушкой возбуждения в определенном объекте, который изготовлен из проводящего материала под воздействием такого поля. В первый раз феномен вихревых токов как физического процесса был найден Араго в 1824 году в медном диске, расположенном под вращающейся магнитной стрелкой. Эти токи приводили диск в заметное движение. Источником такого

изучаемого электромагнитного поля, как правило, является индуктивная катушка, получившая название вихретоковый преобразователь. В некоторых случаях таких катушек может использоваться несколько. Возникшее при этом электромагнитное поле порождает вихревые токи в необходимом электропроводящем объекте. Возникает такое поле с помощью переменного (импульсного) тока, который проходит, таким образом, через катушки вихретокового преобразователя. Возникшее магнитное поле вышеуказанных токов оказывает необходимое влияние на катушки преобразователя и вызывает в них электродвижущую силу (ЭДС) а также изменяет их электрическое сопротивление. Измеряя возникшее напряжение или сопротивление катушек, получают необходимые данные о характеристиках объекта и определенном положении преобразователя относительно него (рис. 3).

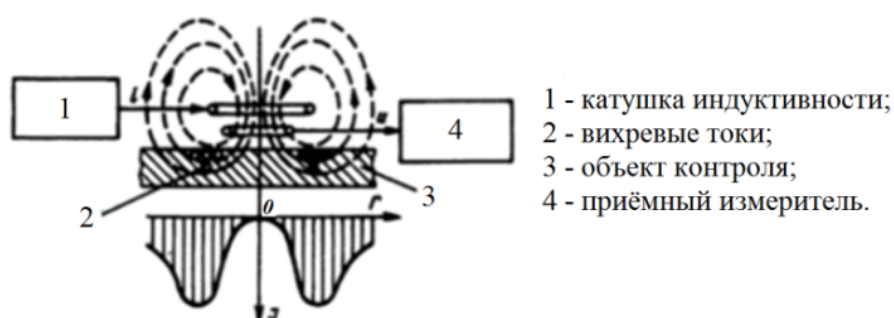


Рис. 3. Принцип действия вихретокового метода неразрушающего контроля

Таким образом, метод вихревых токов предоставляет собой инструменты для обнаружения конкретных дефектов и определения характеристик определенных исследуемых объектов, который широко используется в различных известных отраслях промышленности на всех этапах производства и восстановления деталей [6]. Современные приборы для вышеуказанного вихретокового контроля всегда позволяют анализировать и сохранять необходимую информацию, полученную в процессе исследования и инспекции, а автоматизированные, многоосевые системы сканирования бесперебойно обеспечивают высокоточное отображение объекта контроля в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 15549-2009 [7].

Радиоволновой метод главным образом базируется на фиксации каких-либо изменений параметров радиоволн, взаимодействующих с конкретным исследуемым образцом. В настоящее время в соответствии с ГОСТ 25313-82 [8], данный метод может использоваться для измерения толщины, а также выявления дефектов, анализа внутренней структуры конкретных проверяемых объектов и в решении других подобных задач (рис. 4).

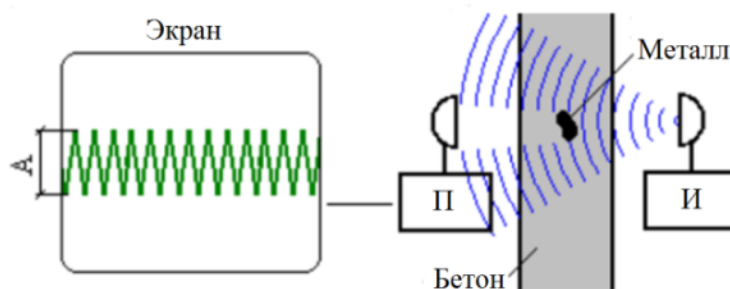


Рис. 4. Радиоволновой метод НК

Такой радиоволновой неразрушающий контроль может позволить проводить диагностику определенных изделий, конструкций и сооружений, которые изготовлены из материалов, не обладающих свойством быстрого затухания радиоволн, таких как диэлектрики, ферромагнетики, полупроводники и другие материалы.

Как способ диагностики также применяется тепловой метод. Данный метод определяет изменения, которые обнаруживаются в тепловых или температурных полях конкретных контролируемых единиц. Они могут возникнуть в связи с нарушениями структуры исследуемых объектов. Основным параметром такого метода можно назвать явление распределения по поверхности изучаемого объекта температуры. В известном пассивном варианте теплового метода конкретный специалист по дефектоскопии наблюдает за определенным контролируемым объектом с помощью тепловизора во время его использования и эксплуатации. Активный метод, как раз, напротив, требует необходимого искусственного повышения температуры исследуемого объекта, например, путем его нагревания (рис. 5). Тепловой контроль, таким образом, дает возможность обнаруживать конкретные повреждения в опорных конструкциях, а также проблемы с теплоизоляцией и возможные дефекты крыши согласно ГОСТ Р 56511-2015 [9]. Данный известный метод широко применяется для обнаружения определенных неполадок в теплосетях и трубопроводах [10]. С помощью такого тепловизора специалист может определить конкретные участки утечки тепла, области достаточного перегрева и места разгерметизации.

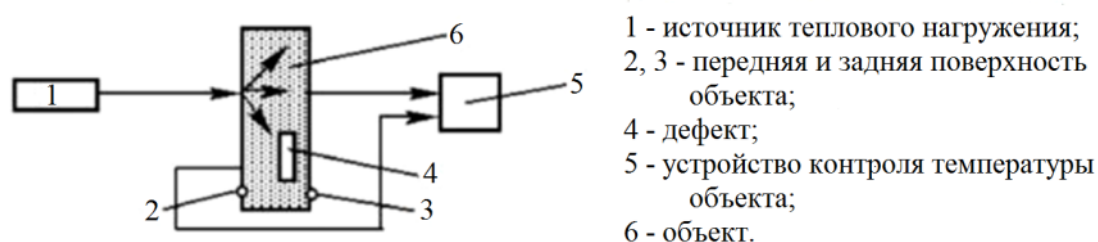


Рис. 5. Схема теплового метода НК

Ультразвуковая дефектоскопия представляет собой достаточно результативный способ неразрушающего контроля, применяемый для выявления конкретных изъянов и определения определенных характеристик материалов и изделий (рис. 6).

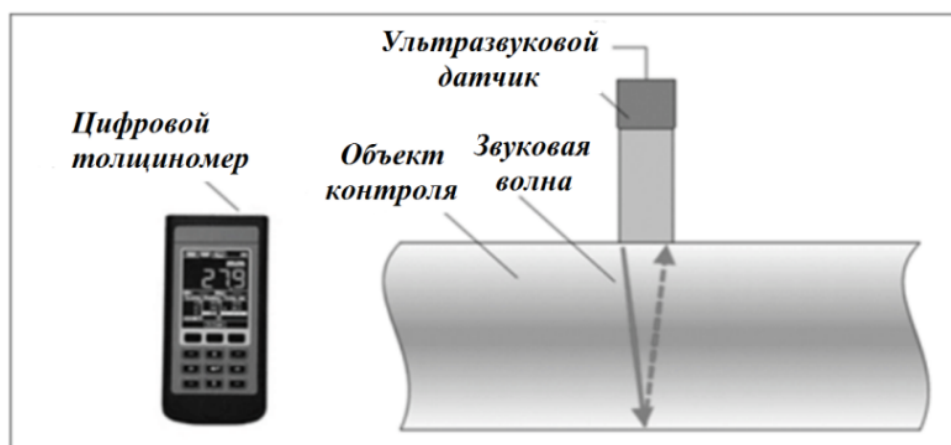


Рис. 6. Метод ультразвукового контроля НК

В основе этого метода, как правило, лежит использование ультразвуковых волн, которые проходят через объект, подлежащий необходимому исследованию, и анализ

отраженных от него сигналов. Ультразвуковой контроль всегда использует ультразвуковые волны, направляемые вглубь материала посредством преобразователя. Когда ультразвук таким образом проходит через структуру, он может отражаться или рассеиваться, когда на его пути возникают неоднородности, дефекты или границы между различными известными компонентами. Анализ этих исследуемых отражений и рассеиваний позволяет в высокой степени выявлять и определять известные характеристики дефектов.

Визуальный и измерительный контроль (ВИК) является одним из самых доступных в настоящее время оперативных и информативных методов вышеуказанного неразрушающего контроля. Он так же является основой и предшествует некоторым другим известным методам дефектоскопии. С помощью ВИК можно точно визуализировать качество подготовки необходимых деталей под сварку, возможность их сборки, прочность сварных швов в процессе работы. Так же определяется качественно необходимое состояние металла, являющегося основным в работе. Цель такого визуального контроля определяется как выявление конкретных дефектов, таких как различные вмятины, неровности, заусенцы, ржавчина и некоторых других дефектов, видимых невооруженным глазом специалистом [11].

Капиллярный метод основан главным образом на проникновении специальных индикаторных жидкостей в дефекты на определенной поверхности. Он в высокой степени позволяет обнаруживать пустоты в сварных соединениях и швах, пористость, трещины и свищи, сварочные дефекты, терморазрывы, деформации после шлифовки и усталостные повреждения, а также щели. Капиллярный контроль – это известный метод НК с относительно высокой чувствительностью. Он позволяет в наибольшей степени определить местоположение, протяженность и ориентацию выявленных дефектов на какой-либо поверхности. Капиллярная дефектоскопия в настоящее время используется для выявления различных мелких дефектов, недоступных для обычного визуального контроля, и проводится в соответствии с ГОСТ 18442 [12].

Таким образом, преимущества неразрушающего контроля включают в себя высокую скорость, надежность и необходимую точность результатов, возможность автоматизации, применимость для разнообразных изделий сложной формы на различных этапах конкретного производства, возможность необходимого контроля в процессе эксплуатации без использования разборки оборудования и относительную экономичность.

Список литературы

1. Сергеева, А. Ю. Анализ решаемых задач при выполнении строительно-технической экспертизы / А. Ю. Сергеева, К. А. Федоровская, Ю. Д. Сергеев, А. С. Гребенников // Строительство и недвижимость. - Воронеж, 2020. - №2 (6). - С. 130-134.
2. 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. 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. 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.
5. ГОСТ 25315-82 Контроль неразрушающий электрический // издание официальное: Росстандарт. - Москва, 2023. - С. 95.

6. Мясищев, Ю. В. Факторы, воздействующие на технико-эксплуатационное состояние строительных конструкций / Ю. В. Мясищев, А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Р. Ю. Мясищев // Строительство и недвижимость. - Воронеж, 2018. - №1-1 (2). - С. 67-74.
7. ГОСТ Р ИСО 15549-2009 Контроль неразрушающий. Контроль вихретоковый // издание официальное: Стандартиформ. - Москва, 2011. - С. 9.
8. ГОСТ 25313-82 Контроль неразрушающий радиоволновой // издание официальное: Росстандарт. - Москва, 2023. - С. 95.
9. ГОСТ Р 56511-2015 Контроль неразрушающий. Методы теплового вида. Общие требования // издание официальное: Стандартиформ. - Москва, 2019. - С. 9.
10. 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.
11. Сергеева, А. Ю. Исследование обеспечения долговечности несущих конструкций в процессе эксплуатации / А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Ю. В. Мясищев, Р. Ю. Мясищев, // Строительство и недвижимость. - Воронеж, 2020. - №2 (6). - С. 124-129.
12. ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования // издание официальное: Росстандарт. - Москва, 2023. - С.56.

List of references

1. Sergeeva, A. Y. Analysis of solved tasks in the performance of construction and technical expertise / A. Y. Sergeeva, K. A. Fedorovskaya, Yu. D. Sergeev, A. S. Grebennikov // Construction and real estate. Voronezh, 2020. - No. 2 (6). - pp. 130-134.
2. 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. 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. 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.
5. GOST 25315-82 Non-destructive electrical control. Terms and definitions // official publication: Rosstandart. - Moscow, 2004. - p. 95.
6. 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.
7. GOST R ISO 15549-2009 Non-destructive testing. Eddy current control // official publication: Standartinform. - Moscow, 2011. - p. 9.
8. GOST 25313-82 Non-destructive radio wave control // Official publication: Rosstandart. - Moscow, 2023. - p. 95.
9. GOST R 56511-2015 Non-destructive testing. Thermal view methods. General requirements // Official publication: Standartinform. - Moscow, 2019. - p. 9.
10. 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.

11. 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.

12. GOST 18442-80 Non-destructive testing. Capillary methods. General requirements // official publication: Rosstandart. - Moscow, 2023. - p. 56.

УДК 69.04

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ И ЗАРУБЕЖНЫЕ НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФИБРОЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ НИЗКОМОДУЛЬНОЙ ФИБРЫ

А. О. Хегай, У. А. Щенецкова

Хегай Алексей Олегович, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных и каменных конструкций, E-mail: gbk@spbgasu.ru

Щенецкова Ульяна Александровна, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, магистрант гр. 5-См(ПЖБК)-2, E-mail: shenkhori@gmail.com

Аннотация: конструкции из фиброжелезобетона с применением низко модульных волокон рассматриваются как одно из перспективных направлений развития строительной отрасли, так как позволяют повысить надежность и долговечность сооружений. Особое значение в исследованиях этой области имеет сопоставление национальных нормативных документов, поскольку различие в методиках оценки свойств материала напрямую влияет на расчетные решения. В отечественной практике расчетные параметры определяются преимущественно с помощью табличных коэффициентов и проверяются экспериментальными данными. Европейский метод делает акцент на остаточной изгибной прочности, характеризующей фактическое поведение конструкции при раскрытии трещин. В американских нормах приоритет отдается зависимостям, установленным по результатам испытаний, что отражает практико-ориентированный характер проектирования. Сравнительный анализ этих подходов позволяет выявить как сильные стороны, так и ограничения каждой системы. Это даёт возможность объективно оценить уровень их применимости к конкретным инженерным условиям.

Ключевые слова: фибробетон, нормы проектирования, расчёт конструкций, прочность при изгибе, армирование волокнами, сравнительный анализ.

DOMESTIC AND FOREIGN DESIGN STANDARDS FOR LOW-MODULAR FIBER- IRON CONCRETE STRUCTURES

A. O. Khegay, U. A. Shchenetskova

Khegay Alexey Olegovich, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Reinforced Concrete and Masonry Structures, E-mail: gbk@spbgasu.ru

Ulyana Alexandrovna Shchenetskova, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Master's student gr. 5-Sm(PZHBK)-2, E-mail: shenkhori@gmail.com

Abstract: fiber-reinforced concrete structures using low-modulus fibers are considered as one of the promising areas for the development of the construction industry, as they can increase the reliability and durability of structures. A comparison of national regulatory documents is of particular importance in research in this area, since differences in methods for assessing material properties directly affect computational decisions. In Russian

practice, the calculated parameters are determined mainly using tabular coefficients and verified by experimental data. The European method focuses on the residual bending strength, which characterizes the actual behavior of the structure when cracks open. In American standards, priority is given to dependencies established by test results, reflecting the practice-oriented nature of the design. A comparative analysis of these approaches reveals both the strengths and limitations of each system. This makes it possible to objectively assess the level of their applicability to specific engineering conditions.

Keywords: fiber-reinforced concrete, design standards, structural analysis, flexural strength, fiber reinforcement, comparative analysis.

Проектирование фибробетонных конструкций с использованием низко модульной фибры требует соблюдения определенных норм и стандартов, как в России, так и за рубежом. Рассмотрим основные подходы и нормативные документы, регулирующие эту сферу.

В отечественные нормы входят: документ [1], что устанавливает требования к проектированию фибробетонных конструкций, армированных неметаллической фиброй, изготовленных из тяжелого и мелкозернистого бетона, и предназначенных для эксплуатации в климатических условиях России при статических нагрузках. Свод правил [2] содержит требования к расчету и проектированию бетонных конструкций, армированных полимерной композитной арматурой и неметаллической фиброй.

В европейские нормы входит нормативный документ [3] обобщающий аспекты проектирования фибробетона, предоставляя базовые уравнения для расчета и рекомендации по спецификации фибробетона. Хотя в основном он ориентирован на высоко модульные фибры, такие как стальные или синтетические, представленные рекомендации могут быть полезны при работе с низко модульными фибрами. Европейский стандарт [4], определяет требования к синтетическим и стальным фибрам, регламентирует классификацию и испытания фибробетона, но не содержит детальной расчетной методики. Указывает, что расчет выполняется с учетом фактических характеристик остаточной прочности, определяемых экспериментально [9-11].

Руководство Американского института бетона (ACI) по проектированию фибробетонных конструкций [5] для расчета фибробетонных элементов предлагает учитывать вклад фибры в повышение прочности на растяжение при изгибе. Использует эмпирические коэффициенты, отражающие влияние фибры на предельное раскрытие трещин. Применяет подход с учетом "эквивалентного модуля упругости", где вклад фибры рассматривается как дополнительное армирование [8]. Стандартная спецификация на фибробетон определяет характеристики: бетон, армированный синтетическими и стальными волокнами, рассматривается, скорее, как спецификация материалов, чем как полноценный расчетный норматив [6]. Документ содержит рекомендации по проведению испытаний на изгибную прочность и ударную вязкость. В большей степени является спецификацией для материалов, а не нормативом расчета. Включает требования к методам испытаний на прочность при изгибе и ударную вязкость. Определяет минимальные характеристики прочности для бетонов с различными типами фибры.

Исходя из этого, можно сказать, что Российские нормы ориентированы на нормативные коэффициенты и эмпирические формулы, но требуют экспериментального подтверждения. Европейские нормы больше внимания уделяют экспериментальной оценке характеристик, используя остаточную прочность. Американские нормы предлагают подход через эквивалентную прочность и коэффициенты, ориентированные на практическое применение.

В соответствии с Кодексом-образцом ЕКБ/ФИП для железобетонных конструкций, методика расчёта несущей способности сечений формируется на основе фундаментальных предпосылок, определяющих работу материала и арматуры в условиях нагружения. Принято,

что сечение, оставаясь плоским до приложения нагрузки, сохраняет эту характеристику и после её действия, а совместная деформация бетона и арматуры обеспечивается их сцеплением. При расчётах работа бетона растянутой зоны не учитывается, что отражает реальную картину распределения напряжений. Нормативные значения предельных деформаций задаются следующим образом: максимальное сжатие бетона принимается равным 0,0035 для элементов, работающих на изгиб или внецентренное сжатие, и 0,002 для элементов с центральным сжатием, тогда как предел удлинения арматуры установлен на уровне 0,01. Для приближения распределения деформаций применяется линейная диаграмма, которую можно провести через одну из условных точек (А, В или С) (рис. 1), что позволяет использовать унифицированные расчетные модели [13].

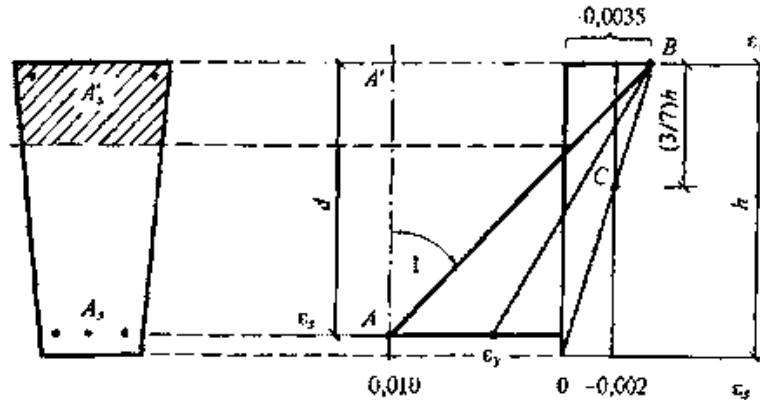


Рис. 1. Диаграмма деформаций при расчете сечений

В 1983 году во Франции были введены нормы ВАЕЛ-83, разработанные на основе предельных состояний, а в 1991 году — их переработанный вариант ВАЕЛ-91. Эти документы в значительной мере соответствуют рекомендациям ЕКБ/ФИП. Нормы ВАЕЛ-83 применяются при проектировании конструкций из ненапрягаемого железобетона, тогда как ВАЕЛ-91 используются для расчета преднапряженных элементов [13].

Приведен расчет изгибаемых элементов прямоугольного сечения с одиночной арматурой (рис. 2).

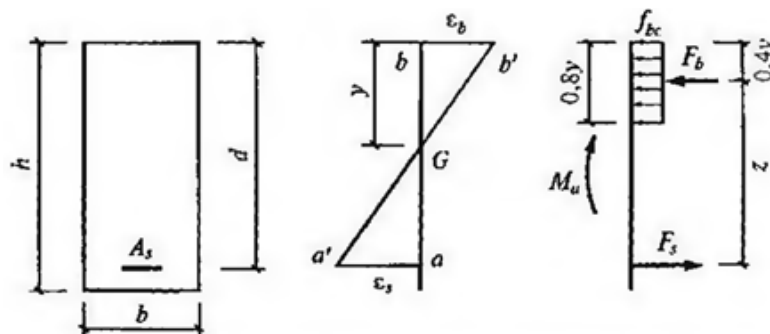


Рис. 2. Диаграмма распределения деформаций и напряжений

По диаграмме распределения деформаций и напряжений в сечении изгибаемого элемента принимается, что — $F_s = \sigma_s A_s$ результирующая усилий в арматуре растянутой зоны; — $F_b = 0,8 f_{bc} b y$ результирующая усилий в бетоне сжатой зоны; d — полезная высота сечения элемента, y — расстояния от нейтральной оси до более сжатой фибры бетона; f_{bc} — напряжение в бетоне сжатой зоны элемента прямоугольного поперечного профиля.

$$f_{bc} = \frac{0,85 f_{c28}}{\gamma_b} \quad (1)$$

Условие равновесия выражено следующим образом:

$$\sigma_s A_s - 0,8 f_{bc} b y = 0, \quad M_u - 0,8 f_{bc} b y z = 0, \quad M_u - \sigma_s A_s z = 0; \quad (2)$$

Плечо внутренней пары сил определяется соответствующей формулой:

$$z = d - 0,4 y = (1 - 0,4 \alpha) d = \beta, \quad (3)$$

При расчете используются табличные коэффициенты α , μ , β . При этом $\alpha = y / d$ – относительная высота сжатой зоны бетона; $\beta = 1 - 0,4 \alpha$; $\mu = 0,8 \alpha (1 - 0,4 \alpha)$.

Следовательно, после постановки значений в формулу (2):

$$M_u - 8,0 f_{bc} b d^2 \alpha (1 - 0,4 \alpha) = M_u - f_{bc} b d^2 \mu = 0 \quad (4)$$

отсюда $0,32 \alpha^2 - 0,8 \alpha + \mu = 0$. Табличный коэффициент μ по формуле:

$$\mu = \frac{M_u}{f_{bc} b d^2}. \quad (5)$$

По таблице находят значения коэффициентов α и β .

При $\alpha \leq 0,2593$ эпюра находится в области I и проходит через точку А. Деформация растянутой арматуры равна 10%. а напряжение $\sigma_s = f_e / \gamma_s$.

При $0,2593 < \alpha \leq 1,0$ диаграмма находится в области 2 и проходит через точку В. Укорочение бетона сжатой зоны равно 3,5%, следовательно, из подобия треугольников деформация арматуры:

$$\frac{\varepsilon_y}{\varepsilon_b} = \frac{G_a}{G_b}, \quad (6)$$

$$\frac{1000 \varepsilon_s}{3,5} = \frac{d - y}{y} = \frac{d - \alpha d}{\alpha d} = \frac{1 - \alpha}{\alpha}, \quad (7)$$

$$1000 \varepsilon_s = 3,5 \left(\frac{1}{\alpha} - 1 \right). \quad (8)$$

После определения деформаций растянутой арматуры вычисляется напряжение σ_s по формуле (6):

$$\sigma_s = E_s \varepsilon_s, \quad (9)$$

Требуемое количество арматуры:

$$A_s = \frac{M_u}{\beta d \sigma_s} \quad (10)$$

Для рационального расхода арматуры рекомендуется, чтобы деформация не опускалась ниже определённого предельного уровня, соответствующего предельным значениям соответствующих коэффициентов:

$$\alpha_i = \frac{3,5}{3,5 + 1000 \varepsilon_s}, \quad \mu_i = 0,8 \alpha_i (1 - 0,4 \alpha_i), \quad \beta_i = 1 - 0,4 \alpha_i.$$

В США развитие методов расчёта железобетонных конструкций проходило поэтапно: до 1956 года применялся метод расчёта по допускаемым напряжениям, затем с выходом норм ACI 318-56 был введён расчёт по разрушающим усилиям, который к 1963 году был усовершенствован. Расчёт по несущей способности сечений базируется на ряде положений, среди которых допущение о том, что плоские сечения до и после приложения усилий сохраняют свою плоскость (за исключением неразрезных и разрезных балок-стенок при определённых соотношениях высоты к пролёту), а предельное укорочение сжатого бетона принимается равным 0,003. Напряжение в арматуре определяется как произведение модуля упругости на деформацию при $\varepsilon_s < f_y / E_s$, f_y при $\varepsilon_s \geq f_y / E_s$ (рис. 3).

При расчётах сопротивлением бетона на растяжение пренебрегают, а диаграмма распределения напряжений в сжатой зоне допускается в различных формах при условии их соответствия экспериментальным данным [13].

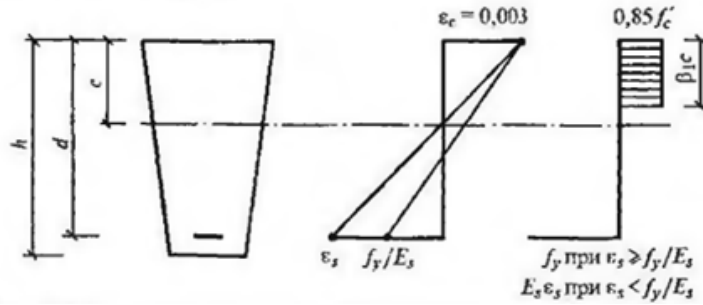


Рис. 3. Расчетная схема нормального сечения железобетонного элемента

Положение нейтральной оси находится из подобия треугольников:

$$\frac{c}{d} = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_c + \left(\frac{f_y}{E_s}\right)} = \frac{0,003}{0,003 + \left(\frac{f_y}{2} \cdot 10^5\right)} = \frac{600}{600 + f_y}. \quad (11)$$

Уравнение равновесия внутренних сил по формуле:

$$A_s f_y = b(\beta_1 c)(0,85 f'_c) \frac{600}{600 + f_y}, \quad (12)$$

При простом изгибе условие равновесия имеет вид:

$$M_u \leq \varphi_i M_n, \quad (13)$$

где φ_i – коэффициент, принимаемый равным 0,9.

Если a – высота сжатой зоны бетона, тогда плечо внутренней пары сил $Z' = d - 0,5a$ и момент, воспринимаемый арматурой относительно центра сжатой зоны бетона:

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right). \quad (14)$$

Изгибающий момент, воспринимаемый бетоном сжатой зоны относительно центра тяжести растянутой арматуры, определяется по формуле (15):

$$M_n = CZ', \quad (15)$$

$$C = b\beta_1 c 0,85 f'_c. \quad (16)$$

С учетом α плечо внутренней пары сил будет (рис. 4):

$$Z' = d - \frac{a}{2} = d \left(1 - \frac{\alpha \beta_1}{2} \right); M_n = 0,85 f'_c b d^2 \alpha \beta_1 \left(1 - \frac{\alpha \beta_1}{2} \right); A_s = \frac{M_u}{Z' f_y} = \frac{M_u}{0,9 Z' f_y}.$$

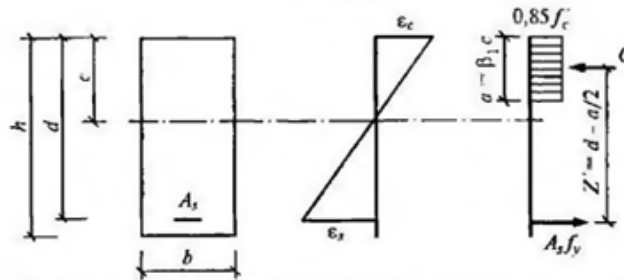


Рис. 4. Расчетная схема нормального прямоугольного сечения

Далее определяется максимальный процент армирования, относительно которого высчитывается максимальное значение относительной сжатой зоны бетона.

Следовательно, высота сжатой зоны бетона:

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f_c' b}. \quad (17)$$

Рассмотрим детально специфику применения тех или иных норм на примере теоретического расчета фиброжелезобетонной балки. Исходные данные: сечение: $b=300$ мм, $h=500$ мм; продольная арматура: 2Ø20, следовательно, $A_s=628,3$ мм²; эффективная высота: $d=450$ мм; бетон С30: $f_c'=30$ МПа; сталь: $f_y=500$ МПа.

В отечественной практике расчёт изгибаемых элементов из фибробетона выполняется с учётом вклада, как арматуры, так и фибры. Согласно СП и разработкам, основанным на введении дополнительных напряжений растянутой зоны, несущая способность балки определяется через равновесие внутренних усилий. Особенность методики в том, что используется рабочая высота сечения h_0 , а прочность фибробетона учитывается через приведённое напряжение $\sigma_{fbt,crc}$, которое принимается равным 0,5 от предельной прочности при растяжении с фиброй. Это решение позволяет отразить реальную работу бетона после растрескивания и показать прирост несущей способности — расчётный момент выходит больше, чем в случае традиционного железобетона [1-2].

Для расчёта компрессивной характеристики фибробетона примем R_{fb} как расчётную (приведённую) прочность бетона на сжатие:

$$R_{fb} = f_{cd} = \frac{f_c}{\gamma_c}, \quad \gamma_c = 1,4; \quad R_{fb} = \frac{30}{1,4} = 21,42 \text{ МПа}. \quad (18)$$

Для арматуры используем расчётную прочность стали:

$$R_s = f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_s}, \quad \gamma_s = 1,15; \quad R_s = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ МПа}. \quad (19)$$

Для параметра растягивающего напряжения фибробетона $\sigma_{fbt,crc}$ — принимается приблизительное значение (инженерное допущение для полипропиленовой фибры):

$$R_{fbt} \approx 3 \text{ МПа}; \quad \sigma_{fbt,crc} = 0,5 R_{fbt} = 1,5 \text{ МПа}; \quad (20)$$

$$R_s = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ МПа}.$$

Условие равновесия:

$$R_{fb} b x = \sigma_{fbt,crc} b (h - x) + R_s A_s \quad (21)$$

Момент предельной несущей способности:

$$M_{ult} = R_{fb} b x (h - 0,5x - a) - \sigma_{fbt,crc} b (h - x) \left(\frac{h - x}{2} \right). \quad (22)$$

Подставляем числовые значения в уравнение (21) и далее в формулу (22):

$$x = \frac{498924}{6878,57} = 72,43 \text{ мм};$$

$$M_{ult} = 21,43 \cdot 300 \cdot 72,43 (500 - 0,5 \cdot 72,43 - 50) - 1,5 \cdot 300 (500 - 72,43) \left(\frac{500 - 72,43}{2} \right),$$

$$M_{ult} = 161,14 \text{ кНм}.$$

Американская методика, изложенная в нормативной документации, основывается на классической схеме баланса сечений, но дополнена эмпирическим учётом вклада фибры. Номинальный изгибающий момент M_n формируется суммированием работы арматуры и дополнительного напряжения σ_t , определяемого по зависимости от геометрии волокна, его процентного содержания и коэффициента сцепления. В отличие от российской системы, здесь используется эффективная высота сечения d , глубина сжатой зоны a и параметр e , учитывающий относительное удлинение фибры. Для перехода от номинальной к расчётной

несущей способности вводится коэффициент надёжности φ , что делает результаты более консервативными [5-6, 9].

Условие равновесия:

$$0,85 f_c b a = A_s f_y + \sigma_t b (h - a) \quad (23)$$

Момент вычисляется по формуле (1.27):

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) + \sigma_t b h \left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2}\right); \quad (24)$$

Расчетный момент определяется при введении коэффициента надёжности:

$$M_{ult} = M_n \cdot \varphi; \quad (25)$$

где коэффициент надёжности $\varphi = 0,9$.

Вклад фибры задаём через эмпирическую формулу из АСІ-руководства:

$$\sigma_t = 0.00772 \frac{\ell}{d_f} \rho_f F_{be} \quad (\text{МПа}), \quad (26)$$

где ℓ – длина волокна (принимаем 30 мм), d_f – диаметр волокна (стандартно 20-25 мкм), ρ_f – содержание волокон, F_{be} – коэффициент эффективности сцепления.

Подставляем числовые значения в уравнение равновесия (23) и формулу момента (24), при этом получаем:

$$\begin{aligned} a &= \frac{348900}{7719,48} = 45,197 \text{ мм}; \\ M_n &= 628,32 \cdot 500 \left(450 - \frac{45,197}{2}\right) + 0,579 \cdot 300 \cdot 500 \left(\frac{500}{2} - \frac{45,197}{2}\right); \\ M_n &= 154,02 \text{ кНм}. \end{aligned}$$

Приведенный расчетный момент по (1.28):

$$M_{ult} = 154,02 \cdot 0,9 = 138,62 \text{ кНм}.$$

В европейском подходе расчёту фибробетонных. поведение фибробетона при изгибе описывается через эквивалентные остаточные прочности на растяжение (f_{R1}, f_{R2}, f_{R3}), получаемые по результатам испытаний. В расчётной схеме учитывается дополнительное равномерное напряжение в растянутой зоне f_{Ftu} , а предельный момент сопротивления определяется с применением частичных коэффициентов надёжности для бетона и арматуры (γ_c, γ_s). В отличие от американского эмпирического метода, здесь применяется полутеоретическая модель, более ориентированная на использование реальных экспериментальных данных по конкретным смесям с фиброй [4, 9-11].

Уравнение равновесия:

$$\alpha f_{cd} b x = A_s f_{yd} + f_{R,eq} b (h_0 - x), \quad (27)$$

где $f_{R,eq} = 0,5$ МПа – остаточная изгибная прочность, которая получается путём изгибных испытаний, $\alpha = 0,85$ – множитель прямоугольного блока.

$$f_{cd} = \frac{f_c}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ МПа}, \quad (28)$$

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ МПа}. \quad (29)$$

Номинальный момент вычисляется:

$$M_{Rd} = (A_s f_{yd} + f_{R,eq} b (h_0 - x)) z, \quad z = h_0 - \frac{x}{2}. \quad (30)$$

Подставляя численные значения в формулы (1.27) и далее в (1.30) получаем:

$$\begin{aligned} x &= \frac{341424}{5250} = 64,89 \text{ мм}, \quad z = 450 - \frac{64,89}{2} = 417,55 \text{ мм}, \\ M_{Rd} &= (628,32 \cdot 434,78 + 0,5 \cdot 300(450 - 64,89)) \cdot 417,55 = 138,19 \text{ кНм}. \end{aligned}$$

Сравнение трёх методик показало, что расчёт по российским методам даёт наибольшую несущую способность за счёт более высокого учёта вклада фибры. Европейский подход даёт промежуточный результат, опираясь на реальные остаточные прочности. Американский расчёт оказался наиболее консервативным из-за малого учёта работы волокна и применения понижающего коэффициента ϕ . В целом, расхождение между методиками составляет порядка 15–20%, и выбор подхода зависит от нормативной базы проекта: для результата с большим запасом рекомендуется обращаться к американскому или европейскому стандарту, для оценки более реалистичных значений и эффекта фибры – к российскому своду правил.

РАБОТА ВЫПОЛНЕНА ПРИ ФИНАНСОВОЙ ПОДДЕРЖКЕ ГРАНТА СПБГАСУ НА 2025 ГОД.

Список литературы

1. СП 297.1325800.2017. Конструкции фибробетонные с неметаллической фиброй. Правила проектирования. – М.: Минстрой России, 2017. – 92 с.
2. СП 405.1325800.2018. Конструкции бетонные с неметаллической фиброй и полимерной арматурой. Правила проектирования. – М.: Минстрой России, 2018. – 118 с.
3. Fédération Internationale de la Précontrainte (FIP). Design and Performance of Fibre Reinforced Concrete. – London: FIP Publications, 1988. – 120 p.
4. EN 14889-1:2006. Fibres for concrete – Part 1: Steel fibres – Definitions, specifications and conformity. – Brussels: CEN, 2006. – 24 p.
5. ACI Committee 544. Guide for Design with Fiber-Reinforced Concrete (ACI 544.4R-18). – Farmington Hills, MI: American Concrete Institute, 2018. – 68 p.
6. ASTM C1116/C1116M-10a. Standard Specification for Fiber-Reinforced Concrete. – West Conshohocken, PA: ASTM International, 2010. – 8 p.
7. GB/T 21120-2007. Synthetic fibre for cement, mortar and concrete. – Beijing: Standardization Administration of China, 2007. – 12 p.
8. ACI Committee 302. Technical Note: Design requirements of ACI 318-14 for concrete floor systems. – Farmington Hills, MI: American Concrete Institute, 2014. – 16 p.
9. RILEM TC 162-TDF. Test and design methods for steel fibre reinforced concrete – σ – ϵ design method // Materials and Structures. – 2000. – Vol. 33. – P. 75–81.
10. Fédération Internationale de la Précontrainte (FIP). FIP 8 – Design and Performance of Fibre Reinforced Concrete. – Lausanne: FIP, 1984. – 132 p.
11. ASTM C1609/C1609M-19. Standard Test Method for Flexural Performance of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam With Third-Point Loading). – West Conshohocken, PA: ASTM International, 2019. – 14 p.
12. EN 1992-1-1:2004. Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings. – Brussels: CEN, 2004. – 225 p.
13. Колмогоров, А. Г., Плевков, В. С. Расчет железобетонных конструкций по российским и зарубежным нормам. – М.: Изд-во АСВ, 2009. – 495 с.
14. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. – М.: Минстрой России, 2018. – 146 с.
15. Тейлор, Д. Бетон. Руководство по железобетону SikaFiber®. – Цюрих: Sika Services AG, 2015. – 64 с.

List of references

1. SP 297.1325800.2017. Fibre concrete structures with non-metallic fibre. Design rules. – Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2017. – 92 p.

2. SP 405.1325800.2018. Concrete structures with non-metallic fibre and polymer reinforcement. Design rules. – Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2018. – 118 p.
3. Fédération Internationale de la Précontrainte (FIP). Design and Performance of Fibre Reinforced Concrete. – London: FIP Publications, 1988. – 120 p.
4. EN 14889-1:2006. Fibres for concrete – Part 1: Steel fibres – Definitions, specifications and conformity. – Brussels: CEN, 2006. – 24 p.
5. ACI Committee 544. Guide for Design with Fiber-Reinforced Concrete (ACI 544.4R-18). – Farmington Hills, MI: American Concrete Institute, 2018. – 68 p.
6. ASTM C1116/C1116M-10a. Standard Specification for Fiber-Reinforced Concrete. – West Conshohocken, PA: ASTM International, 2010. – 8 p.
7. GB/T 21120-2007. Synthetic fibre for cement, mortar and concrete. – Beijing: Standardization Administration of China, 2007. – 12 p.
8. ACI Committee 302. Technical Note: Design requirements of ACI 318-14 for concrete floor systems. – Farmington Hills, MI: American Concrete Institute, 2014. – 16 p.
9. RILEM TC 162-TDF. Test and design methods for steel fibre reinforced concrete – σ – ε design method // Materials and Structures. – 2000. – Vol. 33. – P. 75–81.
10. Fédération Internationale de la Précontrainte (FIP). FIP 8 – Design and Performance of Fibre Reinforced Concrete. – Lausanne: FIP, 1984. – 132 p.
11. ASTM C1609/C1609M-19. Standard Test Method for Flexural Performance of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam With Third-Point Loading). – West Conshohocken, PA: ASTM International, 2019. – 14 p.
12. EN 1992-1-1:2004. Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings. – Brussels: CEN, 2004. – 225 p.
13. Kolmogorov, A. G., Plevkov, V. S. Design of reinforced concrete structures according to Russian and foreign codes. – Moscow: ASV Publishing, 2009. – 495 p.
14. SP 63.13330.2018. Concrete and reinforced concrete structures. General provisions. – Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2018. – 146 p.
15. Taylor, D. Concrete. SikaFiber® Reinforced Concrete Guide. – Zurich: Sika Services AG, 2015. – 64 p.

УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 338.23:69

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ «ЗЕЛЕННЫХ» СТАНДАРТОВ (BREEAM, LEED, DGNB) С ПОЗИЦИИ ПОЛНОГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА КОММЕРЧЕСКОЙ НЕДВИЖИМОСТИ

И. А. Косовцева, Е. А. Козырева

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

Козырева Елена Александровна, Воронежский государственный технический университет, студент гр. мДСД-251, E-mail: kozyrevaelena0911@gmail.com

Аннотация: в статье рассматривается экономическая эффективность применения международных «зеленых» стандартов BREEAM, LEED и DGNB в коммерческой недвижимости. Подчеркивается значимость оценки объектов с позиции полного жизненного цикла, включая проектирование, строительство и эксплуатацию. В статье отражена прямая связь «зеленого строительства» и принципов устойчивого развития. Приведены сравнительные характеристики систем сертификации, выявлены их преимущества и ограничения. Особое внимание уделено российской практике внедрения, барьерам адаптации и перспективам развития. Показано, что сертифицированные здания обеспечивают снижение эксплуатационных затрат, рост рыночной стоимости и повышение инвестиционной привлекательности. Исследование демонстрирует как «зеленое» строительство формирует долгосрочные конкурентные преимущества и способствует выполнению целей принципов устойчивого развития, что особенно важно в современных экономических реалиях.

Ключевые слова: зеленое строительство, BREEAM, LEED, DGNB, экономическая эффективность, жизненный цикл, коммерческая недвижимость.

ASSESSING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF GREEN STANDARDS (BREEAM, LEED, DGNB) FROM THE PERSPECTIVE OF THE FULL LIFE CYCLE OF COMMERCIAL REAL ESTATE

I. A. Kosovtseva, E. A. Kozyreva

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

Kozyreva Elena Aleksandrovna, Voronezh State Technical University, student gr. mDSD-251, E-mail: kozyrevaelena0911@gmail.com

Abstract: the article examines the economic efficiency of applying the international "green" standards BREEAM, LEED and DGNB in commercial real estate. The importance

of evaluating facilities from the perspective of the full life cycle, including design, construction and operation, is emphasized. The article reflects the direct connection between "green building" and the principles of sustainable development. Comparative characteristics of certification systems are given, their advantages and limitations are revealed. Special attention is paid to the Russian implementation practice, adaptation barriers and development prospects. It is shown that certified buildings provide a reduction in operating costs, an increase in market value and an increase in investment attractiveness. The study demonstrates how green construction creates long-term competitive advantages and contributes to the achievement of the goals of the principles of sustainable development, which is especially important in modern economic realities.

Keywords: green building, BREEAM, LEED, DGNB, economic efficiency, life cycle, commercial real estate.

В условиях глобального роста урбанизации и усиления антропогенного воздействия на окружающую среду внедрение «зеленых» стандартов в строительстве становится как никогда актуальным. Международные системы сертификации - BREEAM, LEED и DGNB - уже доказали свою эффективность в повышении энергоэффективности зданий, сокращении эксплуатационных затрат и снижении негативного воздействия на природу. Эти стандарты позволяют комплексно оценивать здания с точки зрения их устойчивости, комфорта для пользователей и экономической целесообразности.

Для российской строительной отрасли использование подобных практик становится особенно актуальным, поскольку внутренний рынок постепенно адаптируется к мировым требованиям [1,2]. В то же время встает задача объективной оценки экономической эффективности таких подходов. Рассмотрение жизненного цикла объектов коммерческой недвижимости позволяет не только выявить экологические, но и финансовые преимущества сертификации.

В итоге исследование данного вопроса открывает возможности для формирования новой парадигмы устойчивого развития, где приоритетом становится баланс интересов экономики, общества и экологии.

В основе международных систем «зеленой» сертификации лежит стремление снизить эксплуатационные расходы зданий, улучшить качество городской среды и обеспечить устойчивость инвестиций. BREEAM, LEED и DGNB имеют сходные цели, однако каждая из систем отличается по акцентам и методам оценки. Так, британский BREEAM уделяет внимание транспортной доступности и влиянию здания на здоровье пользователей, американский LEED акцентируется на региональных особенностях и энергоэффективности, а немецкий DGNB рассматривает объект на протяжении полного жизненного цикла, включая эксплуатацию в течение 50 лет [3,4,5].

В российских условиях применение международных систем экологической сертификации сопровождается целым рядом барьеров. Одним из ключевых факторов выступает несоответствие отечественной нормативно-правовой базы требованиям зарубежных стандартов, что значительно усложняет процесс адаптации методик оценки [6]. Дополнительные трудности связаны с климатическими особенностями России, которые не всегда учитываются в базовых версиях международных стандартов, а также с ограниченной доступностью строительных материалов, соответствующих высоким экологическим требованиям. Существенным препятствием остается и высокая стоимость сертификации, включающая расходы на подготовку проектной документации, услуги аккредитованных специалистов и саму процедуру получения сертификата.

Тем не менее проведенные исследования и практические примеры показывают, что данные затраты имеют компенсирующий эффект. Экономические преимущества проявляются в снижении эксплуатационных расходов, особенно на отопление, водоснабжение и электроэнергию, что в среднем сокращает издержки на содержание здания

на протяжении всего жизненного цикла [7,8]. Более того, сертифицированные объекты демонстрируют более высокую рыночную стоимость и ликвидность, а также привлекают инвесторов, ориентированных на долгосрочные и устойчивые проекты [8]. В конечном счете, даже при повышенных стартовых затратах, применение «зеленых» стандартов способствует формированию конкурентоспособной и устойчивой модели деvelopeмента в российских условиях.

Для наглядности приведены ключевые различия трех международных систем в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика систем BREEAM, LEED и DGNB

Критерий	BREEAM (Великобритания)	LEED (США)	DGNB (Германия)
Год появления	1990	1993	2009
Подход к оценке	Категории: энергия, вода, транспорт, здоровье, отходы	Категории: энергоэффективность, вода, региональные особенности	Жизненный цикл здания (50 лет), LCA и LCC-анализ
Уровни сертификации	Удовлетворительно – Великолепно	Сертифицировано – Платина	Бронза, Серебро, Золото
Особенности	Внимание к транспорту и здоровью пользователей	Учет региональной специфики, добровольность	Полный жизненный цикл, комплексный анализ
Применимость в России	Ограничена, требует адаптации	Используется для крупных проектов	Перспективна, но сложна для внедрения

Экономическая эффективность применения «зеленых» стандартов подтверждается статистическими данными: сертифицированные здания позволяют сократить энергопотребление до 30%, водопотребление - до 20%, а их эксплуатационные расходы таких объектов в среднем оказываются на 25% ниже по сравнению с традиционными объектами [4,5,7]. Дополнительно отмечается, что экологически сертифицированные объекты имеют более длительный срок эффективной эксплуатации и реже нуждаются в капитальных ремонтах, что положительно отражается на инвестиционном цикле.

На рисунке 1 представлено наглядное сравнение показателей традиционных и «зеленых» зданий, демонстрирующее преимущества внедрения международных экологических стандартов. Диаграмма показывает, что в трех ключевых областях - потреблении энергии, использовании воды и эксплуатационных расходах - «зеленые» здания демонстрируют значительно более низкие показатели. Это свидетельствует о их экономической эффективности и целесообразности использования таких решений в строительстве.

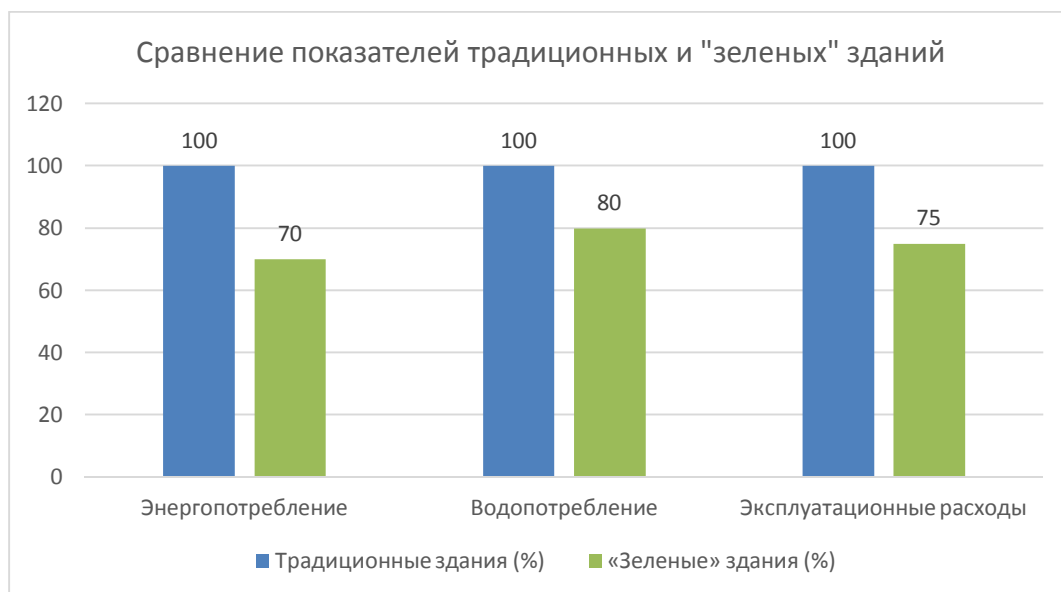


Рис. 1. Сравнение показателей традиционных и «зеленых» зданий

В итоге, несмотря на высокие первоначальные затраты на внедрение, «зеленые» здания обеспечивают более высокую окупаемость вложений, долгосрочную устойчивость коммерческой недвижимости и укрепляют ее позицию на рынке.

Проведенный анализ показал, что внедрение международных стандартов BREEAM, LEED и DGNB обеспечивает не только экологические, но и значимые экономические преимущества для коммерческой недвижимости. Несмотря на высокие первоначальные издержки, сертифицированные объекты демонстрируют сокращение эксплуатационных расходов, рост рыночной стоимости и повышение инвестиционной привлекательности.

В российских условиях развитие «зеленых» стандартов сдерживается нормативными барьерами, климатическими особенностями и недостатком опыта применения. Однако растущий интерес к устойчивому строительству и необходимость повышения энергоэффективности делают их адаптацию неизбежной.

В результате оценка эффективности «зеленых» стандартов с позиции жизненного цикла подтверждает их стратегическую значимость: они формируют новый вектор устойчивого развития, ориентированный на долгосрочные выгоды для экономики, общества и экологии.

Список литературы

1. Понявина, Н. А. Современные тенденции экостроительства и экоархитектуры на территории Российской Федерации / Н. А. Понявина, И. А. Косовцева, М. В. Москаленко // Строительство и недвижимость. – 2020. – № 2(6). – С. 28-34.
2. Косовцева, И. А. Особенности и перспективы развития экостроительства в России / И. А. Косовцева, Х. Захве // Строительство и недвижимость. – 2021. – № 1(8). – С. 34-38.
3. Ладик, Е. И. Применение «зеленых» стандартов при проектировании / Е. И. Ладик, Я. А. Иванова // Научные технологии и инновации (XXIV научные чтения) : Сборник докладов Международной научно-практической конференции, Белгород, 21–22 октября 2021 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. – С. 175-180.

4. Набиуллина, Д. И. Оценка энергоэффективности и экологичности зданий по международным стандартам / Д. И. Набиуллина, А. А. Овдиенко // *Sciences of Europe*. – 2017. – № 13-2(13). – С. 89-94.
5. Сухинина, Е. А. Сравнение методов экологической оценки «зелёных» стандартов в строительстве / Е. А. Сухинина // *Архитектура и современные информационные технологии*. – 2022. – № 2(59). – С. 294-316. – DOI 10.24412/1998-4839-2022-2-294-316.
6. Силка, Д. Н. Анализ и особенности применения стандартов энергоэффективного экологического строительства в российских условиях / Д. Н. Силка, А. А. Коконова // *Вестник евразийской науки*. – 2019. – Т. 11, № 1. – С. 55.
7. Основные направления развития «зеленого» предпринимательства в строительной сфере / А. А. Кадысева, Е. С. Глущенко, О. В. Сидоренко, Р. М. Гильмутдинов // *Вестник евразийской науки*. – 2022. – Т. 14, № 5.
8. Порфирьев, Б. Н. Системы сертификации по стандартам «зеленого строительства» в мире и в России / Б. Н. Порфирьев, А. Н. Дмитриев, И. Л. Владимирова, А. А. Цыганкова // *Стандарты и качество*. – 2015. – № 10. – С. 26-31.

List of references

1. Ponyavina, N. A. Modern trends in eco-building and eco-architecture in the territory of the Russian Federation / N. A. Ponyavina, I. A. Kosovtseva, M. V. Moskalenko // *Construction and real estate*. – 2020. – № 2(6). – Pp. 28-34.
2. Kosovtseva, I. A. Features and prospects of development of eco-building in Russia / I. A. Kosovtseva, H. Zakhve // *Construction and real estate*. – 2021. – № 1(8). – Pp. 34-38.
3. Ladik, E. I. Application of «green» standards in design / E. I. Ladik, Ya. A. Ivanova // *High-tech technologies and innovations (XXIV scientific readings) : Collection of reports of the International Scientific and Practical Conference, Belgorod, October 21-22, 2021*. Belgorod: Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 2021. pp. 175-180.
4. Nabiullina, D. I. Assessment of energy efficiency and environmental friendliness of buildings according to international standards / D. I. Nabiullina, A. A. Ovdienko // *Sciences of Europe*. – 2017. – № 13-2(13). – Pp. 89-94.
5. Sukhinina, E. A. Comparison of methods of environmental assessment of «green» standards in construction / E. A. Sukhinina // *Architecture and modern information technologies*. – 2022. – № 2(59). – Pp. 294-316. – DOI 10.24412/1998-4839-2022-2-294-316.
6. Silka, D. N. Analysis and application features of standards of energy-efficient ecological construction in Russian conditions / D. N. Silka, A. A. Kokonova // *Bulletin of Eurasian Science*. – 2019. – Vol. 11, No. 1. – P. 55.
7. The main directions of the development of «green» entrepreneurship in the construction sector / A. A. Kadyseva, E. S. Glushchenko, O. V. Sidorenko, R. M. Gilmudinov // *Bulletin of Eurasian Science*. – 2022. – Vol. 14, No. 5.
8. Porfiriev, B. N. Certification systems for «green construction» standards in the world and in Russia / B. N. Porfiriev, A. N. Dmitriev, I. L. Vladimirova, A. A. Tsygankova // *Standards and quality*. – 2015. – № 10. – pp. 26-31.

УДК 69.059.14

НЕОБХОДИМОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРТИЗЫ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПЕРЕРЫВЕ В ВОЗВЕДЕНИИ

И. А. Шипилова, А. В. Попов

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

Попов Антон Валериевич, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. змСЭН-231, E-mail: antonpopov2708@mail.ru

Аннотация: в данной статье представлен статистический анализ по объектам незавершенного строительства за 2022-2023 гг., а также методы контроля за конструкциями, такие как неразрушающие и расчетный метод сочетания нагрузок и усилий. Перерывы в возведении зданий могут быть вызваны различными факторами. Например, экономические и политические кризисы в стране и мире, финансовые проблемы строительных компаний, а также административно-правовые сложности, возникающие в ходе строительства. Появление новых инвесторов, принятие государственных программ по восстановлению жилого сектора позволяют возобновить строительство и, как следствие, вызывает необходимость в исследованиях. В основу экспертных исследований входит определение несущей способности и выявление деформаций. При длительных перерывах в строительстве конструкции могут подвергаться различным негативным воздействиям, таким как коррозия металлических элементов, деформация, а также воздействие внешней среды. Эти факторы могут значительно снизить прочность и устойчивость зданий, что в свою очередь может привести к обрушениям и значительным деформациям. Поэтому экспертиза несущей способности становится не просто желательной или рекомендательной, а обязательной мерой для обеспечения безопасности.

Ключевые слова: экспертиза, конструкции, обследование, перерыв, мониторинг, обрушения, деформации.

THE NEED TO CARRY OUT AN EXAMINATION OF THE BEARING CAPACITY OF BUILDING STRUCTURES DURING A LONG BREAK IN CONSTRUCTION

I. A. Shipilova, A. V. Popov

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

Popov Anton Valerievich, Voronezh State Technical University, Master's student gr. zmSEN-231, E-mail: antonpopov2708@mail.ru

Abstract: this article presents a statistical analysis of construction-in-progress for 2022-2023, as well as methods of structural control such as non-destructive testing and the calculated method of combining loads and forces. Interruptions in the construction of buildings can be caused by various factors. For example, economic and political crises in

the country and the world, financial problems of construction companies, as well as administrative and legal difficulties that arise during construction. The emergence of new investors and the adoption of government programs to restore the residential sector make it possible to resume construction and, as a result, necessitates research. Expert studies are based on determining the load-bearing capacity and identifying deformations. During long construction breaks, structures can be exposed to various negative factors, such as corrosion of metal elements, deformation, and environmental influences. These factors can significantly reduce the structural integrity of buildings.

Keywords: expertise, design, inspection, break, monitoring, collapse, deformation.

Так, по итогам заседаний Межведомственной комиссии и Президиума Правительственной комиссии по региональному развитию в 2022-2023 годах были приняты решения в отношении 368 объектов незавершенного строительства. Из числа, которых достроено 194 объекта (83 в 2022 году и 111 в 2023 году), приватизировано 96 объектов (34 в 2022 году и 62 в 2023 году), снесено 78 объекта (30 в 2022 году и 48 в 2023 году) [1] (рис. 1).



Рис. 1. Итоги решения вопроса в отношении объектов незавершенного строительства за 2022-2023 г.г.

Согласно заявлению Министра строительства и ЖКХ Ирека Файзуллина «в рамках принятия мер по завершению строительства и сокращению количества незавершенных объектов капитального строительства в 2024 году из федерального реестра незавершенных объектов капитального строительства исключено 113 объектов» [2]. Также, в том числе, стоит отметить рост заинтересованности строительного сектора на новых территориях Российской Федерации - ДНР, ЛНР, Запорожской и Херсонской областях. Так, например, Правительством Донецкой Народной Республики было выпущено Постановление «О порядке формирования и ведения на территории Донецкой Народной Республики регионального реестра незавершенных объектов капитального строительства» от 18 апреля 2024 г. №42-8 [3]. Всего в ДНР было определено 41 недострой со степенью готовности 50-80%. И уже в 2024 году приступили к завершению строительства одного девятиэтажного двухсекционного жилого дома в Донецке с планируемой датой завершения строительных работ в декабре 2025 года. И так по заявлению главы Минстроя ДНР Владимира Дубовки планируется в 2025-2027 годах в Донецке достроить четыре многоквартирных дома. В результате этого увеличения количества возобновления строительных работ возникает

острая необходимость в создании экспертных комиссий по обследованию объектов незавершенного капитального строительства.

При длительных перерывах в строительстве экспертиза несущей способности конструкций становится особенно актуальной. Перерывы могут быть вызваны экономическими факторами, изменениями в законодательстве или даже сменой проектной документации. Все это приводит к изменению внешних условий, при которых проекты изначально разрабатывались. Примеры таких ситуаций показывают, что неиспользование или ненадлежащая эксплуатация строительных конструкций без контроля за их состоянием может привести к серьезным последствиям, вплоть до обрушений.

Несущую способность следует оценивать на этапе проектирования, а также во время и после перерывов в строительстве. Выявление потенциальных дефектов позволяет предотвратить обрушения и продлить срок службы конструкций. Оценка несущей способности должна основываться на актуальных нормах и правилах, таких как СП и ГОСТ, и проводиться в соответствии с ними. Например, СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции» регламентирует некоторые показатели - предельные деформации и ширину раскрытия трещин в железобетонных конструкциях [4]. А ГОСТ 31937-2024 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» определяет алгоритм проведения этих исследований. В основу этих и других нормативных документов заложены поверочные расчеты, которые подчеркивают важность на предотвращение аварий [5].

Взяв в расчет большое разнообразие условий, в которых существуют объекты незавершенного строительства, такие как климатические, эксплуатационные и другие, для оценки их состояния необходимо выбирать комплексные подходы и методы. Например, проверка параметров прочности и устойчивости конструкции должна сопровождаться инструментальными исследованиями, позволяющими выявить скрытые дефекты. Так для обнаружения пустот и скрытых трещин в бетонных конструкциях используют ультразвуковой метод. Исследование проводят при помощи специального ультразвукового дефектоскопа, в принципе работы которого лежат законы физики распространения звуковых волн в твердых телах. Учитывая современный практический опыт и статистику, проведение подобных экспертиз приобретает особую актуальность. Многочисленные исследования, проводимые в экспертной области, дают понять, что в основе повышения общей надежности строительных конструкций заложено соблюдение профессиональных стандартов и нормативных актов, а также проведение контроля за состоянием объектов.

Так в условиях потенциальных угроз, связанных с длительными перерывами, экспертиза становится критической для принятия обоснованных решений о дальнейших действиях, таких как восстановление, модернизация или утилизация строительства.

В процессе оценки несущей способности строительных конструкций используются разнообразные методы, которые можно объединить в несколько основных категорий. Основное внимание уделяется неразрушающим методам, преимуществом которых является то, что они позволяют получить информацию о состоянии строительных конструкций здания без их повреждений [6].

Методы определения предельного коэффициента запаса прочности основаны на анализе напряженно-деформированного состояния конструкций при различных внешних воздействиях. Эти расчеты позволяют определить степень соответствия прочности конструкции требованиям предельно допустимых нагрузок. Например, использование специализированных компьютерных программ значительно сокращает время испытаний и повышает точность результатов.

Другим важным направлением является метод расчетного сочетания нагрузок и усилий, позволяющий учитывать дополнительные нагрузки, возникающие в процессе эксплуатации здания, что дает возможность адаптировать проектные решения и улучшить эксплуатационные характеристики.

Неразрушающие методы контроля, включая акустико-эмиссионный метод и специальный расчетно-экспериментальный метод, предоставляют возможность оценивать остаточный ресурс элементов конструкций на всех стадиях их жизненного цикла.

По крайней мере, при разработке новых подходов к экспертизе несущей способности полезно воспользоваться существующими методиками, адаптировав и уточнив их в соответствии с современными реалиями и особенностями отдельных объектов. Например, использование графиков «осадка-нагрузка» для фундаментов может обеспечить более надежную оценку строительных конструкций. Такой подход поможет не только выявить дефекты, но и спрогнозировать поведение конструкции в будущем.

Так, каждое из упомянутых направлений имеет свои преимущества и недостатки, которые необходимо учитывать на практике. Важно также развивать методические указания для специалистов, занимающихся оценкой, в том числе рекомендации по мониторингу состояния конструкций в процессе эксплуатации. Рекомендации по проведению регулярного контроля несущей способности строительных конструкций должны основываться на экспертных оценках и современных научных исследованиях, что позволит максимально повысить надежность здания и сооружений. Применение этих методов позволяет существенно снизить риски, связанные с нарушением технологического процесса строительства, обеспечить безопасность строительства и соответствие конструкций современным требованиям безопасности надежности.

Таким образом, постоянный мониторинг состояния строительных конструкций после перерыва в возведении является необходимой практикой, позволяющей минимизировать риски аварий и повреждений, связанных с изменениями в материале и структурных элементах. Временные промежутки часто приводят к накоплению дефектов, которые могут стать критичными при возобновлении работ. Непредсказуемость климатических условий, механических воздействий и времени бездействия делает актуальным обращение к рекомендациям, выработанным в ходе практических исследований и современным методам диагностики.

Классификация состояний конструкций, таких как «работоспособное», «ограниченно работоспособное» и «аварийное», помогает системно подходить к выявлению проблем и принятию решений [7]. Эти классификации дают возможность проектировщикам и строителям четко понимать степень повреждения здания и предпринимать соответствующие меры по восстановлению несущей способности.

В свою очередь, актуальность этой темы возрастает в свете современных тенденций, когда строительные проекты сталкиваются с непредвиденными задержками, вызванными экономическими, юридическими или техническими факторами. Это подчеркивает необходимость проведения мониторинга строительных конструкций, что позволит своевременно выявлять потенциальные угрозы и принимать меры по их устранению.

Список литературы

1. Правительство Российской Федерации: официальный сайт Совет Федерации Федерального собрания Российской Федерации [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <http://council.gov.ru>, Загл. С экрана. - Яз. рус. (дата обращения: 18.09.2025).

2. Правительство Российской Федерации: официальный сайт Минстрой России [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru>, Загл. С экрана. - Яз. рус. (дата обращения: 18.09.2025).

3. Правительство Донецкой Народной Республики. Постановление от 18 апреля 2024 г. №42-8 «О порядке формирования и ведения на территории Донецкой Народной Республики регионального реестра незавершенных объектов капитального строительства» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL:

<http://publication.pravo.gov.ru/document/8000202404190013>, Загл. С экрана. - Яз. рус. (дата обращения: 18.09.2025).

4. СП 63.13330.2018. Свод правил. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения СНИП 52-01-2003. – Москва: Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации: Изд. официальное, 2018 – 124 с.

5. ГОСТ 31937-2024. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – Москва: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Изд. официальное, 2024. - 69 с.

6. Абелян, А. С. Обследование и испытание зданий и сооружений / А. С. Абелян, Н. Е. Иванова // Учебное пособие. Минобрнауки России, АМТИ (филиал) КубГТУ. Тамбов: Издательство Юконф, 2023. – 162 с.

7. Леденёв, В. В. Обследование и мониторинг строительных конструкций зданий и сооружений / В. В. Леденёв, В. П. Ярцев // Учебное пособие. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – 252 с.

List of references

1. The Government of the Russian Federation: the official website of the Federation Council of the Federal Assembly of the Russian Federation [Electronic resource]: Access mode: URL: <http://council.gov.ru> , Title. From the screen. - Yaz. rus. (date of reference: 09/18/2025).

2. Government of the Russian Federation: official website of the Ministry of Construction of Russia [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru> , Title. From the screen. - In Russian (accessed: 09/18/2025).

3. The Government of the Donetsk People's Republic. Resolution No. 42-8 dated April 18, 2024 "On the procedure for the formation and maintenance of the regional register of Unfinished Capital Construction projects in the territory of the Donetsk People's Republic" [Electronic resource]: Access mode: URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/8000202404190013> , Title. From the screen. - In Russian (accessed: 09/18/2025).

4. SP 63.13330.2018. A set of rules. Concrete and reinforced concrete structures. The main provisions of SniP 52-01-2003. – Moscow: Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation: Official Publishing House, 2018 - 124 p.

5. GOST 31937-2024. Buildings and structures. Rules for inspection and monitoring of technical condition. Moscow: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification: Official Publishing House, 2024. 69 p.

6. Abelian, A. S. Inspection and testing of buildings and structures / A. S. Abelian, N. E. Ivanova // Textbook. Ministry of Education and Science of the Russian Federation, AMTI (branch) of KubSTU. Tambov: Yukonf Publishing House, 2023. – 162 p.

7. Ledenev, V. V. Inspection and monitoring of building structures of buildings and structures / V. V. Ledenev, V. P. Yartsev // Textbook. – Tambov: Publishing house of FGBOU VO "TSTU", 2017. – 252 p.

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 69.003.13

ТРЕВОЖНЫЕ СИМПТОМЫ В РАЗВИТИИ ЖИЛИЩНОГО СЕГМЕНТА СТРОИТЕЛЬНОГО РЫНКА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В. Б. Власов, И. А. Потехин

Власов Валерий Борисович, Воронежский государственный технический университет, кандидат экономических наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: vla-valerij@yandex.ru

Потехин Игорь Алексеевич, Воронежский государственный технический университет, кандидат экономических наук, ведущий специалист проектного офиса, E-mail: potekhin_300587@mail.ru

Аннотация: в статье делается анализ происходящих изменений в состоянии строительного рынка по жилищному сегменту за последние годы. Устойчивое снижение темпов строительства, потери прибыли, и снижение объёмов производства объясняется отсутствием чувствительности застройщиков на происходящие конъюнктурные изменения рынка. Продолжительное действовавшая льготная ипотека обусловила потерю застройщиками возможности быстрой реакции на возникшие проблемы, маркетингового ощущения реальности и поиска быстрого эффективного решения. В статье анализируются проблемы, возникающие в процессе строительства новых жилых комплексов, создающих трудности, как для самих застройщиков, так и для новосёлов в них. Как показывает практика последних лет - несбалансированное строительство собственно жилья с инфраструктурными объектами-школами, детскими садами, скверами, парками, спортивными площадками продолжает углубляться. Прослеживается тенденция увеличения продаж квартир из вновь построенных многоэтажных жилых комплексов. Авторы анализируют и объясняют причины этих явлений.

Ключевые слова: льготное кредитование, экономическая конъюнктура, проектное финансирование, рассрочка, качество строительства.

ALARMING SYMPTOMS IN THE DEVELOPMENT OF THE HOUSING SEGMENT OF THE CONSTRUCTION MARKET OF THE RUSSIAN FEDERATION

V. B. Vlasov, I. A. Potekhin

Vlasov Valery Borisovich, Voronezh State Technical University, PhD in Economics, Associate Professor of the Department of Technology, Construction Organization, Expertise and Real Estate Management, E-mail: vla-valerij@yandex.ru

Potekhin Igor Alekseevich, Voronezh State Technical University, PhD in Economics, Leading specialist of the Project Office, E-mail: potekhin_300587@mail.ru

Annotation: the article analyzes the ongoing changes in the state of the construction market in the housing segment in recent years. The steady decline in construction rates, loss of profits, and decrease in production volumes is explained by the lack of sensitivity of developers to the ongoing market conjunctural changes. The long-term preferential mortgage caused developers to lose the ability to quickly respond to problems, the marketing sense of reality and the search for a quick and effective solution. The article analyzes the problems that arise during the construction of new residential complexes, which create difficulties for both the developers themselves and the newcomers to them. As the practice of recent years shows, the unbalanced construction of housing proper with infrastructure facilities-schools, kindergartens, squares, parks, and sports grounds continues to deepen. There is a tendency to increase sales of apartments from newly built multi-storey residential complexes. The authors analyze and explain the causes of these phenomena.

Keywords: concessional lending, economic situation, project financing, installment plan, construction quality.

Резкое снижение льготных программ начало выявлять реальную картину факторов, определяющих состояние строительного рынка. Избалованный продолжительной льготной кредитной ипотекой строительный бизнес постепенно потерял маркетинговое чутьё своего собственного развития [1,2]. Как например, совершенно неожиданно, как для застройщика, так и для Минстроя, изменилась структура вводимого жилья - больше половины его оказалось заслугой самого населения за счет развития индивидуального жилищного строительства, об этом мы подробно писали [3].

Совершенно неожиданным, а главное - не подстрахованным и неподготовленным к таким изменениям работы рынка со стороны застройщиков, стало закрытие большей части льготных программ. Продолжительная денежная накачка застройщиков притупила у них желание оперативно и эффективно реагировать на изменения рыночной конъюнктуры. Поэтому результаты в падении продаж, падении прибыли и торможении объёмов производства становятся вполне обоснованными.

Речь идёт о снижении темпов строительства. например в 2024 году. За 3 месяца объёмов запусков новых жилых проектов в Российской Федерации не уменьшилась, а немного увеличилось, но по сравнению с этим же периодом прошлого года они значительно снизились - на 24% в марте, 32% в феврале и 13% в январе [4] (рис. 1).

Запуски увеличиваются третий месяц подряд, но при этом уступают прошлогодним значениям

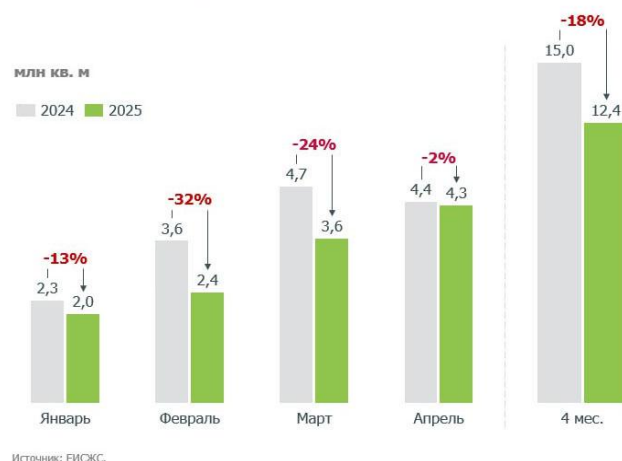


Рис. 1. Динамика изменения объёмов запусков новых жилых проектов в РФ

В городе Воронеже сокращается ввод в действие жилых домов на 40% в мае 2025 года по сравнению с таким же периодом прошлого года. Эта тенденция присуща всему российскому рынку. За первые четыре месяца 2025 года в Воронеже введено в строй 221 тысяча квадратных метров, в том числе 71000 м² - индивидуальное жилищное строительство, что значительно ниже прошлогодних показателей [5] (см. табл. 1).

Таблица 1

Основные социально-экономические показатели городского округа город Воронеж (без субъектов малого предпринимательства)

	Абсолютные данные		В % к соответствующему периоду предыдущего года		Справочно: январь-апрель 2024 г. в % к январю-апрелю 2023 г.
	апрель	январь-апрель	апрелю	январю-апрелю	
Оборот организаций по всем видам деятельности, млн. руб.	128227,6	473980,2	108,4	110,1	122,3
Вывод в действие жилых домов за счет всех источников финансирования, тыс. кв. м. общей площади	50,4	221,1	85,0	158,7	82,0
В том числе индивидуальное строительство	14,2	71,6	79,0	100,9	113,2

По Воронежской области можно отметить интересный момент, - несмотря на снижение темпов строительства в жилищном сегменте можно наблюдать значительный рост объемов производства по направлению «Строительство» в целом (рис. 2).

2025 год			
Январь	11740,3	164,7	31,2
Февраль	9384,2	122,9	79,4
Март	9453,7	103,4	99,5
I квартал	30578,2	128,0	38,1
Апрель	16069,3	106,3	167,9
Май	18928,0	103,2	118,2
Январь-май	65575,5	114,6	x

Динамика объема работ, выполненных
по виду деятельности «Строительство»
(в % к среднемесячному значению 2023 года)

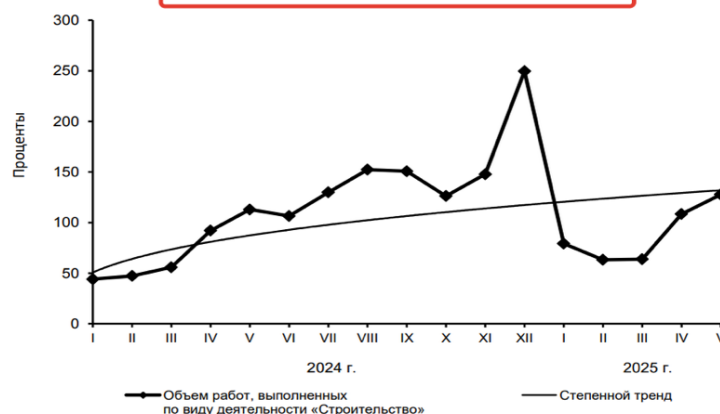


Рис. 2. Динамика объёмов работ по направлению «Строительство»

Можно предположить, что это связано с резким повышением цен на стройматериалы, что в конечном итоге сказывается на конечных показателях строительных предприятий [6].

Тотальная зависимость от льготных программ и стремление к увеличению объёмов продаж не заставляли думать об оптимальной структуре производимого жилья и качестве. Как результат — банкротство у многих строительных фирм, массово возникших за счёт выливавшихся льготных кредитов, ну и конечно огромных объёмов не распроданного жилья. Примером неразумного консерватизма застройщиков является страстное нежелание снижения цен на квартиры.

Поддержка темпов строительства в жилищном сегменте осуществляется в настоящее время в значительной степени семейной ипотекой и рассрочкой. Но рассрочка очень специфический инструмент. Она позволяет стабилизировать цену для покупателей, но, с другой стороны, рассрочка — неполноценная продажа, она не опосредована эскроу-счётами и, хотя и косвенно, завышает стоимость кредитования застройщикам. А из-за уменьшения объёмов финансирования падает активность застройщиков. Источник проектного финансирования — эскроу-счета. За счёт расширения объёмов рассрочки проектное финансирование сокращается, растёт ставка заёмных средств, и в итоге снижается активность застройщиков, растёт число обанкротившихся строителей.

Ещё один очень важный аспект современного состояния жилищного рынка. За последние годы наблюдается резкий рост продаж квартир из современных жилищных комплексов. Эта проблема имеет те же корни, свойственные отмеченным проблемам застройщиков. «Освоение» льготных денежных массивов стимулировало застройщиков к безудержному скоростному строительству, когда вопросы качества возводимых объектов не являлись первоочередной задачей. Как результат — кривые углы квартир, где невозможно оклеить обои, тонкие стены, щели в окнах, через которые продувается вся квартира, вопросы безопасности — некачественная электрическая проводка, водоотведение, смещение несущих конструкций, вот неполный перечень проблем новосёлов. Причём выявляются эти проблемы по истечении гарантийного срока, гарантированного застройщиком. Нарастает новый блок проблем многоквартирного домостроения, отмечаемый нами в предыдущих публикациях [7].

Актуальной темой вновь вводимых жилищных комплексов является инфраструктура. Сроки возведение торговых центров, детских садов, школ, магазинов, значительно отстают от сроков строительства домов. Причем расширение жилищных комплексов идет более быстрыми темпами, усугубляя решение транспортных, парковочных и других проблем [8].

За последнее время, судя по освещению в средствах массовой информации проблем новых жилищных комплексов, можно отметить недостаточно качественную экологическую экспертизу проектов возводимых жилищных монстров. Недостаточно исследованное качество воздуха, воды, почвы, связанное со строительством объектов на территории бывших промышленных зон, вызывают проблемы со здоровьем. Недостаточный учет роста пропускной способности автомобильных дорог, роста промышленных предприятий около построенных жилищных комплексов ведет к повышению уровня шума, загрязнению воздуха.

Несмотря на существующие нормативы структурного соблюдения строительства жилья с социальными объектами, трудно найти в настоящее время современный жилищный комплекс с выполненными нормативными. Поэтому перенаселённые детские площадки, переполненные школьные классы и детские сады, практическое отсутствие библиотек, парков, лечебных учреждений, - обычное состояние новостроек.

Любая новостройка невозможна без ремонта. В многоквартирном доме ремонт это обычная обстановка в течение 3-5 лет, причём в условиях всеобщего домового шума и хаоса. Если в течение трёх-пяти лет ремонты как-то заканчиваются, начинаются проблемы с управляющими компаниями. Если в выше отмеченных условиях застройщик сэкономил на лифтах, вентиляции, водоотведении, начинаются серьёзные, вязкие отношения с управляющими компаниями. С учётом того, что все эти жилищные комплексы постоянно расширяются, животрепещущие проблемы нарастают снежным комом, усложняется транспортная доступность, катастрофически не хватает парковочных мест.

Поэтому, если говорить о возможности приобретения квартиры в новом жилищном комплексе как средства вложения своих денег и получения прибыли, это направление бизнеса в настоящее время весьма проблематично. Сегодня новые жилищные комплексы - это набор новых домов, с весьма прозаическими и непонятными принципами организации общественного пространства. Многие новосёлы покидают приобретённые квартиры в новом жилищном комплексе, и говорить о какой-либо прибыли с учетом проведенного ремонта, жёсткой конкуренции застройщиков за покупателями, уже не приходится.

Социальная атмосфера новых районов весьма далека от комфортного проживания людей и зачастую они вынуждены возвращаться в старые, может быть, не очень удобные районы, с устоявшейся инфраструктурой, привычными людям социальными связями, определёнными характеристиками и уютом.

Список литературы

1. Нерозина, С. Ю. Маркетинг - как важнейший инструментальный успешного развития строительной отрасли в России / С. Ю. Нерозина, А. В. Вережкина, Д. М. Тихонова // Строительство и недвижимость. – 2022. – № 1(10). – С. 79-84.

2. Нерозина, С. Ю. Современные тренды маркетинга в сфере недвижимости. Тенденции развития / С. Ю. Нерозина, Я. В. Янина, С. И. Ушаков // Строительство и недвижимость. – 2024. – № 1(14). – С. 182-188.

3. Власов, В. Б. Ключевые моменты государственного управления строительством в РФ в современный период / В. Б. Власов // Менеджмент и социально-гуманитарное знание: тенденции и вызовы : Сборник материалов Всероссийской национальной научно-практической конференции, Воронеж, 25 апреля 2024 года. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2024. – С. 28-33.

4. «Дом.РФ» назвал ключевые вызовы для рынка новостроек в 2025 году [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://realty.rbc.ru/news/6818a5c59a79474bcc482c66>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 18.09.2025).

5. Большой перекур объявили воронежские строители [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: https://bloknot-voronezh.ru/news/bolshoy-perekur-obyavili-voronezhskie-stroiteli--1862530?sphrase_id=18917713, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 18.09.2025).

6. Намаялись: признак серьезного кризиса застройщиков проявился в Воронеже [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://dzen.ru/a/aG4j0tEU9lzRQNIB?ysclid=mfca0hoi7o579927686>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 18.09.2025).

7. Власов, В. Б. Малоэтажное строительство в России - объективное требование времени / В. Б. Власов, О. А. Леонова // Строительство и недвижимость. – 2019. – № 1(4). – С. 150-154.

8. 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.

List of references

1. Nerozina, S. Y. Marketing as the most important tool for the successful development of the construction industry in Russia / S. Y. Nerozina, A.V. Verevkina, D. M. Tikhonova // Construction and real estate. – 2022. – № 1(10). – Pp. 79-84.

2. Nerozina, S. Y. Modern marketing trends in real estate. Development trends / S. Yu. Nerozina, Ya. V. Yanina, S. I. Ushakov // Construction and real estate. – 2024. – № 1(14). – Pp. 182-188.

3. Vlasov, V. B. Key points of state management of construction in the Russian Federation in the modern period / V. B. Vlasov // Management and socio-humanitarian knowledge: trends and challenges : Proceedings of the All-Russian National Scientific and Practical Conference, Voronezh, April 25, 2024. Voronezh: Scientific Book Publishing and Printing Center, 2024, pp. 28-33.

4. Dom.RF" named the key challenges for the new building market in 2025 [Electronic resource]: Available at: URL: <https://realty.rbc.ru/news/6818a5c59a79474bcc482c66> , Title. From the screen. – Yaz. rus. (date of access: 09/18/2025).

5. Voronezh builders announced a big smoke break [Electronic resource]: Access mode: URL: https://bloknot-voronezh.ru/news/bolshoy-perekur-obyavili-voronezhskie-stroiteli--1862530?sphrase_id=18917713 , Title. From the screen. – Yaz. rus. (date of access: 09/18/2025).

6. We were desperate: a sign of a serious crisis of developers appeared in Voronezh [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://dzen.ru/a/aG4j0tEU9lzRQNIB?ysclid=mfca0hoi7o579927686>, Title. From the screen. – In Russian (accessed: 09/18/2025).

7. Vlasov, V. B. Low-rise construction in Russia - an objective requirement of the time / V. B. Vlasov, O. A. Leonova // Construction and real estate. – 2019. – № 1(4). – Pp. 150-154.

8. 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.

УДК 658.14

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ВЫБОР СХЕМЫ БЮДЖЕТИРОВАНИЯ ПРОЕКТА: ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ

С. Ю. Нерозина^{1,2}, Г. Е. Габриелян, М. А. Рахманов, П. О. Семёнов

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

Габриелян Грайр Егишеевич, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры строительной механики, E-mail: grayr2010@rambler.ru

Рахманов Максим Андреевич, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бПГС-222, E-mail: taknyt@mail.ru

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

Аннотация: в данной статье проводится детальный анализ различных схем бюджетирования проектов с целью определения оптимальной схемы в зависимости от специфики проекта и внешних условий. Рассмотрены традиционная, гибкая, на основе целей и на основе этапов схемы бюджетирования. Для каждой схемы анализируются преимущества и недостатки, а также проводится экономический анализ с использованием показателей дисконтированного денежного потока (NPV). Кроме того, в статье показаны расчеты стоимости рисков, которые помогают оценить вероятность и потенциальный ущерб от негативных событий, а также стоимость гибкости, связанную с внедрением гибких схем бюджетирования. На основе примеров расчетов делается вывод о том, что выбор схемы бюджетирования должен учитывать множество факторов, включая специфику проекта, условия реализации и стратегические цели организации. Чтобы обеспечить экономическую эффективность и успешность проектов, предлагаются практические рекомендации по выбору и реализации схем бюджетирования.

Ключевые слова: проект, управление, схемы бюджетирования, экономическая эффективность, риск.

STRATEGIC CHOICE OF PROJECT BUDGETING SCHEME: ECONOMIC ANALYSIS AND PRACTICAL APPROACHES

S. Yu. Nerozina^{1,2}, H. E. Gabrielyan, M. A. Rakhmanov, P. O. Semenov

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

Gabrielyan Hrayr Egisheevich, *Voronezh State Technical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Structural Mechanics, E-mail: grayr2010@rambler.ru*

Rakhmanov Maxim Andreevich, *Voronezh State Technical University, Student of Group bPGS-222, E-mail: taknyt@mail.ru*

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

Abstract: this article provides a detailed analysis of various project budgeting schemes in order to determine the optimal scheme depending on the specifics of the project and external conditions. The traditional, flexible, goal-based, and stage-based budgeting schemes are considered. The advantages and disadvantages of each scheme are analyzed, as well as an economic analysis using discounted cash flow (NPV) indicators. In addition, the article shows calculations of the cost of risks, which help to assess the likelihood and potential damage from negative events, as well as the cost of flexibility associated with the introduction of flexible budgeting schemes. Based on the calculation examples, it is concluded that the choice of a budgeting scheme should take into account many factors, including the specifics of the project, the conditions of implementation and the strategic goals of the organization. In order to ensure the economic efficiency and success of projects, practical recommendations on the selection and implementation of budgeting schemes are offered.

Keywords: project, management, budgeting schemes, economic efficiency, risk.

В современной экономической среде, где управление проектами играет ключевую роль в обеспечении конкурентоспособности и роста организаций, выбор оптимальной схемы бюджетирования проекта становится задачей не только важной, но и чрезвычайно сложной [1-3].

Бюджет проекта, представляющий собой детализированный финансовый план, определяет предполагаемые доходы и расходы на протяжении всего жизненного цикла проекта, и его эффективность непосредственно влияет на успешность реализации проекта в целом. В связи с этим, необходимо провести тщательный анализ различных схем бюджетирования, их преимуществ и недостатков, а также рассмотреть экономические аспекты и практические рекомендации по выбору наилучшей схемы в зависимости от специфики проекта и внешних условий [4-6].

Традиционная схема бюджетирования (рис. 1) характеризуется фиксированным бюджетом, который определяется на начальной стадии проекта. Она обладает преимуществами: простота и ясность, позволяющие легко понять и проконтролировать бюджет организации; точность планирования финансовых ресурсов на всей длительности проекта. Но, не смотря на них имеет и существенные недостатки, а именно, то, что фиксированный бюджет не гибкий, если происходят различные изменения, связанные с объемом работ и/или условиями реализации проекта, они же могут привести к тому, что бюджет проекта перерасходуется, и в итоге может повысить финансовые риски и сделать проект неудачным.



Рис. 1. Традиционная схема бюджетирования

В противовес традиционной схеме, гибкая схема бюджетирования (рис. 2) позволяет изменять бюджет в зависимости от изменений в ходе проекта. Это может быть реализовано через резервы на непредвиденные расходы или перераспределение средств между различными статьями бюджета. Гибкость и управляемость являются основными преимуществами данной схемы, поскольку они позволяют адаптироваться к изменениям и лучше контролировать бюджет. Однако, несмотря на эти преимущества, гибкая схема бюджетирования также имеет свои недостатки. Она требует более сложного управления и контроля, и без должного контроля может привести к неоправданному росту бюджета, что также может негативно сказаться на успешности проекта.



Рис. 2. Гибкая схема бюджетирования

Схема бюджетирования на основе целей (рис. 3) предполагает определение бюджета в соответствии с конкретными целями и задачами проекта, с распределением бюджета между различными целями, каждая из которых имеет свой бюджет. Эта схема обладает преимуществами в виде четкой ориентации на цели и повышения эффективности использования финансовых ресурсов. Однако, подобно предыдущим схемам, она также имеет свои недостатки. Схема бюджетирования на основе целей требует тщательного планирования и анализа. Она может привести к неравномерному распределению средств, если не учитывать взаимосвязь между целями, что негативно скажется на успешности проекта.



Рис. 3. Схема бюджетирования на основе целей

Схема бюджетирования на основе этапов (рис. 4) подразумевает разделение проекта на несколько этапов (т.е. на каждом из этапов существует определенный бюджет). В зависимости от условий проекта, бюджет каждого этапа может быть зафиксированным или гибким. Преимущества характеризуются структурированностью и управляемостью, позволяющие точно определять и контролировать расходы на каждом из этапов проекта. Недостатки: требуется доскональное планирование и анализ; неравномерное распределение денежных средств [7].



Рис. 4. Схема бюджетирования на основе этапов

Чтобы определиться с выбором наилучшей схемы бюджетирования необходимо использовать модель экономического анализа, которая будет основываться на показателях рисков, инвестиционной привлекательности эффективности проекта [8,9] (рис. 5).



Рис. 5. Блок-схема экономического анализа

Экономическая эффективность оценивается через показатели дисконтированного денежного потока (NPV) и внутренней нормы рентабельности (IRR), риск оценивается через

показатели вероятности перерасхода бюджета и стандартного отклонения денежных потоков, а гибкость оценивается через показатели возможности изменения бюджета и адаптации к изменениям в ходе проекта.

Стоимость риска - ожидаемый финансовый ущерб, связанный с возможными негативными событиями. Она может быть рассчитана как произведение вероятности события и его потенциального ущерба.

Стоимость гибкости - дополнительные расходы, связанные с внедрением гибкой схемы бюджетирования. Это может включать резервы на непредвиденные расходы, дополнительные административные издержки и т.д. [10,11].

Например, если взять проект с начальными вложениями в размере 100 000 руб., ожидаемые денежные потоки в течение 3-х лет: 40 000 руб. за первый год, 50 000 руб. второй год и 60 000 руб. за третий, ставка дисконтирования 10%.

По традиционной схеме бюджетирования вероятность перерасхода будет составлять 20%, а потенциальный ущерб 20 000 руб., то стоимость риска будет рассчитываться как $0,20 \times 20\,000 = 4\,000$ руб.

По гибкой схеме бюджетирования резерв на непредвиденные расходы будет составлять 10 000 руб., вероятность использования резерва 50%, а потенциальный ущерб 10 000 руб., то стоимость риска будет рассчитываться как $0,50 \times 10\,000 = 5\,000$ руб.

По схеме бюджетирования на основе целей, например, цель 1 = 50 000 руб. и цель 2 = 50 000 руб. Вероятность перерасхода бюджета на цель 1 = 10%, потенциальный ущерб на цель 1 = 10 000 руб., а вероятность перерасхода бюджета на цель 2 = 15%, потенциальный ущерб на цель 2 = 15 000 руб., то стоимость риска будет рассчитываться как: $(0,10 \times 10\,000) + (0,15 \times 15\,000) = 1\,000 + 2\,250 = 3\,250$ руб.

По схеме бюджетирования на основе этапов, например, этап 1 = 30 000 руб., этап 2 = 30 000 руб., этап 3 = 40 000 руб. Вероятность перерасхода бюджета на этап 1 = 10%, потенциальный ущерб на этап 1 = 5 000 руб. Вероятность перерасхода бюджета на этап 2 = 15%, потенциальный ущерб на этап 2 = 7 500 руб. Вероятность перерасхода бюджета на этап 3 = 20%, потенциальный ущерб на этап 3 = 10 000 руб. Стоимость риска будет рассчитываться как: $(0,10 \times 5\,000) + (0,15 \times 7\,500) + (0,20 \times 10\,000) = 5\,000 + 1\,125 + 2\,000 = 8\,125$ руб.

В таблице 1 показано сравнение рассчитанных показателей по схемам бюджетирования.

Таблица 1

Сводная таблица рассчитанных показателей

Вариант схемы бюджетирования	Стоимость риска (руб.)	Стоимость гибкости (руб.)	Общая стоимость (руб.)
Традиционная	4 000	0	4 000
Гибкая	5 000	10 000	15 000
На основе целей	3 250	0	3 250
На основе этапов	3 625	0	3 625

В рамках данной работы остановимся на расчете одного показателя (NPV) для всех ранее перечисленных схем бюджет проекта.

По традиционной схеме бюджетирования, для схемы бюджетирования на основе целей, (предполагаем, что проект будет иметь две цели по 50 000 руб.) и для схемы бюджетирования на основе этапов (предполагаем, что проект будет разделен на три этапа: этап 1 - 30 000 руб., этап 2 - 30 000 руб., этап 3 - 40 000 руб.). При этом NPV получается одинаковым, потому что зависит от денежных потоков и ставки дисконтирования, а не от способа бюджетирования, и ДДП будет рассчитываться следующим образом:

$$NPV = \frac{-100000}{(1+0,1)^0} + \frac{40000}{(1+0,1)^1} + \frac{50000}{(1+0,1)^2} + \frac{60000}{(1+0,1)^3} = 22423,19 \text{ руб.}$$

Для гибкой схемы бюджетирования предположим, что существуют непредвиденные расходы в размере 10 000 руб., то ДДП будет:

$$NPV = \frac{-110000}{(1+0,1)^0} + \frac{40000}{(1+0,1)^1} + \frac{50000}{(1+0,1)^2} + \frac{60000}{(1+0,1)^3} = 12423,19 \text{ руб.}$$

Для того выбрать оптимальную схему бюджетирования проекта необходимо проводить экономический анализ. [12,13] Следует обращать внимание на зависимость множества факторов, на условия реализации, стратегии организации и её целей. Можно сделать вывод, что в некоторых случаях используют традиционную схему бюджетирования, потому что она проще и явнее. В других случаях пользуются гибкой, схемой на основе целей или схемой на основе этапов, так как они будут наиболее подходящими, потому что обладают способностью адаптации к происходящим изменениям.

Список литературы

1. Мещерякова, О. К. Управление объектом недвижимости: инвестирование, финансирование, анализ : учебное пособие для студентов всех форм обучения специальности 270115 «Экспертиза и управление недвижимостью» / О. К. Мещерякова, Н. В. Сироткина, М. А. Мещерякова, Е. А. Чеснокова. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр "Научная книга", 2020. – 108 с.
2. Белоконь, Е. Н. Стратегия бюджетирования – инструментарий экономического развития отрасли / Е. Н. Белоконь // Проблемы современной экономики (Новосибирск). – 2012. – № 7. – С. 286-291.
3. Нерозина, С. Ю. Применение антикризисных мер в управлении инвестиционным проектом на базе методов оценки рисков / С. Ю. Нерозина, Д. С. Саурина, А. А. Осипов // Строительство и недвижимость. – 2022. – № 2(11). – С. 84-90.
4. Мещерякова, О. К. Особенности инвестирования на этапах жизненного цикла объекта строительства / О. К. Мещерякова, М. А. Мещерякова, С. С. Тутова // Строительство и недвижимость. – 2025. – № 2(17). – С. 69-73.
5. Горбунов, С. В. Системная параметризация бюджетной модели инвестиционно-строительного проекта / С. В. Горбунов, М. Ю. Мишланова, Д. В. Хавин // Теоретическая и прикладная экономика. – 2021. – № 3. – С. 69-81.
6. Нерозина, С. Ю. Современные ошибки при управлении и планировании процессов в строительстве на различных этапах жизненного цикла инвестиционного проекта, приводящие к неустойчивому формированию комфортной городской среды / С. Ю. Нерозина, А. В. Вережкина, Д. М. Тихонова // Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса : сборник трудов Международной научно-практической конференции : в 2 ч., Волгоград, 07–08 декабря 2021 года / Волгоградский государственный технический университет. Том Часть 2. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2021. – С. 67-73.
7. Корниенко, Д. И. Подходы и методы разработки бюджета инвестиционного проекта / Д. И. Корниенко // Парадигмы социальных и экономических процессов России и тенденции их трансформации : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 105 –летию Финансового университета при Правительстве РФ и 30-летию Новороссийского филиала Финансового университета, Новороссийск, 21 марта 2024 года. – Краснодар: Индивидуальный предприниматель Алзидан Махер, 2024. – С. 202-208.

8. Нерозина, С. Ю. Организационно-экономический механизм инвестирования и управления недвижимостью / С. Ю. Нерозина, А. А. Осипов // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2023. – Т. 20, № 1. – С. 39-45.
9. Арчакова, С. Ю. Особенности методов оценки рисков при управлении недвижимостью / С. Ю. Арчакова, А. А. Глаголева // Строительство и недвижимость. – 2018. – № 1-1(2). – С. 109-113.
10. Нерозина, С. Ю. Методы оценки и управления финансовыми рисками с целью принятия эффективных решений в процессе деятельности строительных организаций / С. Ю. Нерозина // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2024. – № 4(58). – С. 39-48.
11. Черецкий, В. Е. Роль бюджетирования в реализации финансовой стратегии организации / В. Е. Черецкий, Н. А. Калмакова // Актуальные вопросы экономики и управления, Смоленск, 21–22 октября 2021 года. – Смоленск: Издательство "Маджента", 2021. – С. 519-522.
12. Селезнев, А. Б. Особенности внедрения бюджетного управления в строительных проектах / А. Б. Селезнев // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2023. – № 4. – С. 260-264.
13. Жарков, С. Ю. Снижение стоимости реконструкции жилых объектов: прогрессивные стратегии оптимизации бюджета и обеспечения качества через проектное управление / С. Ю. Жарков // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2023. – Т. 13, № 12(141). – С. 178-194.

List of references

1. Meshcheryakova, O. K. Real estate management: investing, financing, analysis : a textbook for students of all forms of study in specialty 270115 "Expertise and management of real estate" / O. K. Meshcheryakova, N. V. Sirotkina, M. A. Meshcheryakova, E. A. Chesnokova. Voronezh : Scientific Book Publishing and Printing Center, 2020. 108 p.
2. Belokon, E. N. Budgeting strategy – a toolkit for the economic development of the industry / E. N. Belokon // Problems of Modern Economics (Novosibirsk). - 2012. – No. 7. – pp. 286-291.
3. Nerozina, S. Y. Application of anti-crisis measures in investment project management based on risk assessment methods / S. Y. Nerozina, D. S. Saurina, A. A. Osipov // Construction and real estate. – 2022. – № 2(11). – Pp. 84-90.
4. Meshcheryakova, O. K. Features of investment at the stages of the life cycle of a construction object / O. K. Meshcheryakova, M. A. Meshcheryakova, S. S. Tutova // Construction and real estate. – 2025. – № 2(17). – Pp. 69-73.
5. Gorbunov, S. V. System parameterization of the budget model of an investment and construction project / S. V. Gorbunov, M. Yu. Mishlanova, D. V. Khavin // Theoretical and applied economics. - 2021. – No. 3. – pp. 69-81.
6. Nerozina S. Y., Verevkina A.V., Tikhonova D. M. Modern errors in the management and planning of construction processes at various stages of the investment project life cycle, leading to the unstable formation of a comfortable urban environment // Actual problems and prospects of the construction complex development : proceedings of the International Scientific and Practical Conference : at 2 a.m., Volgograd, December 07-08, 2021 / Volgograd State Technical University. Volume Part 2. – Volgograd: Volgograd State Technical University, 2021. – p. 67-73.
7. Kornienko, D. I. Approaches and methods of developing an investment project budget / D. I. Kornienko // Paradigms of social and economic processes in Russia and trends in their transformation : a collection of materials from the All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the 105th anniversary of the Financial University under the Government of the Russian Federation and the 30th anniversary of the Novorossiysk Branch of the Financial University,

Novorossiysk, March 21, 2024. Krasnodar: Individual Entrepreneur Alzidan Maher, 2024, pp. 202-208.

8. Nerozina, S. Y. Organizational and economic mechanism of investment and management of real estate / S. Y. Nerozina, A. A. Osipov // FES: Finance. Economy. Strategy. – 2023. – Vol. 20, No. 1. – pp. 39-45.

9. Archakova, S. Y. Features of risk assessment methods in real estate management / S. Y. Archakova, A. A. Glagoleva // Construction and real estate. – 2018. – № 1-1(2). – Pp. 109-113.

10. Nerozina, S. Y. Methods of financial risk assessment and management in order to make effective decisions in the process of construction organizations / S. Y. Nerozina // Scientific Journal. Engineering systems and structures. – 2024. – № 4(58). – Pp. 39-48.

11. Cheretskiy, V. E. The role of budgeting in the implementation of the financial strategy of the organization / V. E. Cheretskiy, N. A. Kalmakova // Current issues of Economics and Management, Smolensk, October 21-22, 2021. Smolensk: Magenta Publishing House, 2021, pp. 519-522.

12. Seleznev, A. B. Features of the implementation of budget management in construction projects / A. B. Seleznev // Humanities, socio-economic and social sciences. – 2023. – No. 4. – pp. 260-264.

13. Zharkov, S. Y. Reducing the cost of reconstruction of residential facilities: progressive strategies for budget optimization and quality assurance through project management / S. Y. Zharkov // Economics and management: problems, solutions. – 2023. – Vol. 13, No. 12(141). – pp. 178-194.

Научное издание

СТРОИТЕЛЬСТВО И НЕДВИЖИМОСТЬ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Выпуск № 5 (20), 2025

Дата выхода в свет: 10.10.2025.

Объем данных 10,6 Мб