

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

ISSN 2949-3749 (Online)

СТРОИТЕЛЬСТВО И НЕДВИЖИМОСТЬ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Выпуск № 1 (22), 2026

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

Журнал издается 6 раз в год

СТРОИТЕЛЬСТВО И НЕДВИЖИМОСТЬ

Редакционная коллегия

Главный редактор	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, 2026

© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2026

Вступительное слово главного редактора журнала «Строительство и недвижимость»

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

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

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Горбанева Е. П., Бережной О. А. Методы повышения эффективности строительного производства на основе принципов бережливого строительства	6
Горбанева Е. П., Фирсов Я. М., Мучников И. А. Сравнение основных методов организации строительного производства и особенности их применения	14
Новожилова Н. С., Лебедев А. Е. Особенности расчета плит, опертых по контуру, по российским нормам и еврокодам	19
Новожилова Н. С., Лебедев А. Е. Сравнение напряженно-деформированного состояния плит, опертых по контуру, по результатам теоретических расчетов и при моделировании	28
Понявина Н. А., Зинченко Н. С., Минакова Е. А., Джуманов Р. Р. Технологии возведения малоэтажных зданий	35
Сергеев Ю. Д., Мясищев Р. Ю., Целикин А. А., Сергеева А. Ю. Инструментальный контроль технического состояния зданий при производстве строительно-технической экспертизы	45
Сергеев Ю. Д., Хомяков М. Г., Попов И. В., Гниламедова Д. В. Анализ применения методов оценки качества стали в строительно-технической экспертизе	51
Сергеева А. Ю., Воронин И. С., Мясищев Р. Ю., Сергеев Ю. Д. Методология обследования технического состояния зданий и сооружений	59
Шипилова И. А., Устьян А. В. Неразрушающий контроль железобетонных изделий как инструмент повышения качества и долговечности строительных конструкций	66

УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

Круглякова В. М., Боев Н. М., Чечин К. А. Методическое обеспечение определения величины физического износа объекта недвижимости при проведении судебной стоимостной экспертизы	75
--	----

Мещерякова М. А., Мещерякова О. К., Островский Д. А.	87
Методы управления инвестиционно-строительными проектами на всех этапах жизненного цикла	
Мещерякова О. К., Мещерякова М. А., Потехин И. А., Батова А. В.	96
Анализ способов преодоления барьеров внедрения бережливого производства в строительстве на этапах жизненного цикла объектов	
Чеснокова Е. А., Паненков К. К., Писарева Ю. М.	105
Обзор отечественных методик управления редевелопментом промышленных территорий	

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

Горбанева Е. П., Агафонов С. М., Кобелева Ю. А.	111
Финансирование подземного строительства в России: источники, проблемы и перспективы	
Карабанова Н. Ю., Акимова М. С., Тремасов М. А.	118
Вовлечение в оборот неиспользуемого земельного участка под жилищное строительство	
Круглякова В. М., Волосовцева К. А.	124
Раздел имущества супругов при расторжении брака: законодательное регулирование и особенности имущественных споров	
Нерозина С. Ю., Лушникова А. В., Осипов А. А.	131
Синергетические экосистемы: роль комплексного развития территорий в создании кластеров биомедицинских инноваций на стыке строительства, экономики и здравоохранения	
Нерозина С. Ю., Ушаков С. И., Пшеничникова М. В., Яковлева П. А.	139
Минимизация инвестиционных затрат и выбор оптимальных источников финансирования для строительства частного медицинского центра	

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 69:05

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ БЕРЕЖЛИВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Е. П. Горбанева, О. А. Бережной

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

Бережной Олег Александрович, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мТПР-241, E-mail: oleg.berezhnoj@list.ru

Аннотация: авторами определено, что традиционные подходы к управлению строительными процессами зачастую не обеспечивают необходимого уровня гибкости и адаптивности в условиях быстро меняющейся внешней среды, что приводит к необходимости поиска новых организационно-технологических решений, способных повысить результативность производственной деятельности строительных предприятий. В данной статье представлена концепция бережливого строительства, которая выступает методологической основой для совершенствования организационно-технологических процессов и повышения эффективности строительного производства. Данная концепция направлена на системное сокращение всех видов потерь, повышение ценности создаваемого продукта для заказчика и оптимизацию процессов на всех стадиях жизненного цикла объекта. Приведены основные принципы, методы и инструменты бережливого строительства, основные преимущества и барьеры внедрения бережливого строительства. Представлены результаты анализа отечественного и зарубежного опыта применения принципов бережливого строительства при реализации строительных проектов.

Ключевые слова: бережливое строительство, эффективность производства, оптимизация процессов, цифровизация, управление проектами, непрерывное совершенствование.

METHODS OF INCREASING THE EFFICIENCY OF CONSTRUCTION PRODUCTION BASED ON THE PRINCIPLES OF LEAN CONSTRUCTION

E. P. Gorbaneva, O. A. Berezhnoy

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

Berezhnoy Oleg Alexandrovich, Voronezh State Technical University, Master's student gr. mTPR-241, E-mail: oleg.berezhnoj@list.ru

Abstract: the authors determined that traditional approaches to managing construction processes often fail to provide the necessary level of flexibility and adaptability in a rapidly changing external environment, necessitating the search for new organizational and technological solutions capable of increasing the productivity of construction companies. This article presents the concept of lean construction, which serves as a methodological basis for improving organizational and technological processes and increasing the efficiency of construction production. This concept is aimed at systematically reducing all types of waste, increasing the value of the product for the customer, and optimizing processes at all stages of the facility's lifecycle. The article presents the basic principles, methods, and tools of lean construction, as well as the main advantages and barriers to implementing lean construction. The article also presents the results of an analysis of domestic and international experience in applying lean construction principles to construction projects.

Keywords: lean construction, production efficiency, process optimization, digitalization, project management, continuous improvement.

Современное состояние строительной отрасли характеризуется высокой динамичностью развития, ужесточением требований к качеству и срокам реализации проектов, а также ростом конкуренции на рынке подрядных организаций. При этом одной из ключевых проблем остаётся низкий уровень организационной и производственной эффективности, выражающийся в значительных потерях времени, ресурсов и финансовых средств.

Традиционные подходы к управлению строительными процессами зачастую не обеспечивают необходимого уровня гибкости и адаптивности в условиях быстро меняющейся внешней среды. Это приводит к необходимости поиска новых организационно-технологических решений, способных повысить результативность производственной деятельности строительных предприятий.

Одним из наиболее перспективных направлений повышения эффективности в мировой практике является внедрение принципов бережливого производства (Lean Production), адаптированных для строительной отрасли в рамках концепции бережливого строительства (Lean Construction). Данный подход направлен на системное сокращение всех видов потерь, повышение ценности создаваемого продукта для заказчика и оптимизацию процессов на всех стадиях жизненного цикла объекта.

Несмотря на то, что данная концепция получила широкое распространение в зарубежной практике, в отечественном строительстве её применение находится на стадии формирования и требует дальнейшего изучения и методического обоснования.

Концепция бережливого производства (Lean Production) была впервые сформулирована в 1950-1980-х годах на основе опыта компании Toyota Motor Corporation [1]. Основные положения философии Lean направлены на устранение всех видов потерь (muda), обеспечение непрерывного потока создания ценности и вовлечение всех сотрудников в процесс постоянного совершенствования.

Адаптация данных принципов к строительной отрасли была осуществлена в 1990-х годах учёными Лаури Коскела (Lauri Koskela), Гленном Баллардом (Glenn Ballard) и Грегом Хауэллом (Greg Howell), которые разработали теоретические основы концепции Lean Construction [2]. Согласно их подходу, строительство рассматривается как производственная система, в которой каждый процесс должен создавать ценность и минимизировать потери.

Основные принципы бережливого строительства (Lean Construction) представлены ниже (рис. 1).

Отличительной особенностью Lean Construction является интеграция организационно-управленческих и технологических решений, направленных на оптимизацию всех этапов строительного процесса: от проектирования до сдачи объекта в эксплуатацию.

Применение Lean-подхода в строительстве позволяет:

- повысить точность планирования и надёжность сроков выполнения работ;
- сократить издержки за счёт уменьшения потерь времени и материалов;
- улучшить коммуникацию между участниками проекта;
- повысить качество и безопасность строительных работ.

Таким образом, концепция бережливого строительства выступает методологической основой для совершенствования организационно-технологических процессов и повышения эффективности строительного производства.

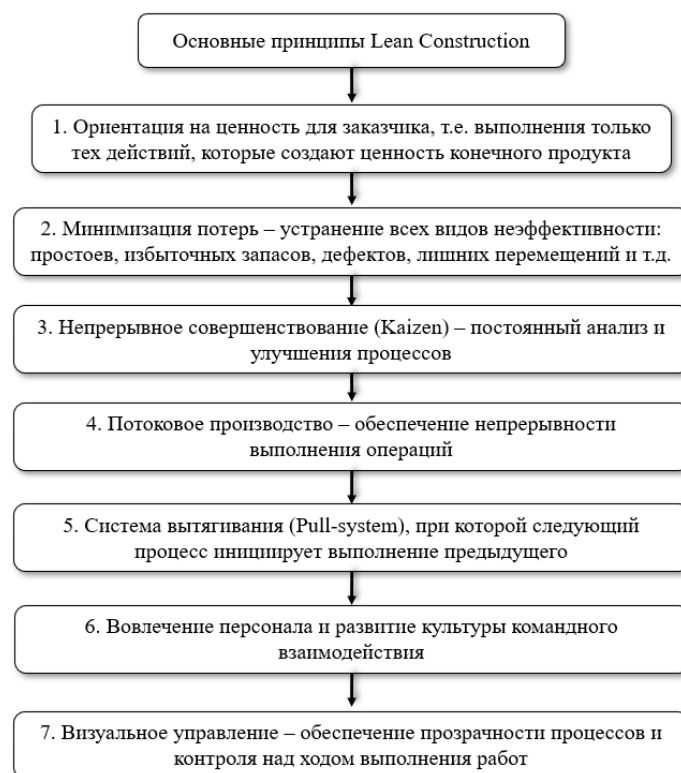


Рис. 1. Основные принципы бережливого строительства (Lean Construction)

Повышение эффективности строительного производства в рамках концепции бережливого строительства достигается посредством применения комплекса методов и инструментов, направленных на системное устранение потерь, оптимизацию потоков работ и повышение производительности труда. Наиболее значимыми и широко применяемыми среди них являются методики 5S, Kaizen, Value Stream Mapping (VSM), Just-in-Time (JIT) и Last Planner System (LPS). Описание данных методик представлены в таблице (см. табл. 1) [3-5].

Таблица 1

**Основные методы и инструменты бережливого строительства
(Lean Construction)**

№	Метод / инструмент	Определение	Основные принципы	Применение в строительстве	Ожидаемые эффекты
1	5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke)	Система организации рабочего пространства, направленная на создание безопасных, упорядоченных и эффективных условий труда	Сортировка, соблюдение порядка, чистота, стандартизация, дисциплина и совершенствование	Оптимизация рабочих мест, рациональное использование инструментов и материалов	Повышение производительности, сокращение потерь времени, рост культуры дисциплины и безопасности труда
2	Kaizen	Философия непрерывного совершенствования процессов при участии всех работников	Вовлечение персонала, постепенные улучшения, оценка эффективности, культура развития	Анализ и улучшение рабочих процессов, снижение потерь, повышение вовлечённости персонала	Рост производительности и качества без значительных инвестиций, формирование культуры постоянных улучшений
3	Value Stream Mapping (VSM)	Метод визуализации и анализа потока создания ценности для выявления потерь	Анализ последовательности операций, определение добавляющих и не добавляющих ценность процессов	Анализ производственного потока, оптимизация логистики и информационных потоков	Сокращение простоев, улучшение прозрачности взаимодействия, выявление «узких мест»
4	Just-in-Time (JIT)	Система организации поставок, обеспечивающая поступление материалов «точно вовремя»	Минимизация запасов, синхронизация процессов, высокая точность планирования	Планирование и управление поставками строительных материалов и оборудования	Снижение затрат на хранение, уменьшение загромождения площадки, повышение эффективности логистики
5	Last Planner System (LPS)	Методика управления строительным производством, основанная на децентрализованном планировании и ответственности исполнителей	Планирование работ, оценка выполнения (RPC), анализ причин отклонений, корректирующие действия	Краткосрочное планирование и координация действий на стройплощадке	Повышение надёжности сроков, улучшение коммуникации, сокращение сбоев и потерь времени

В совокупности перечисленные инструменты формируют основу практической реализации принципов бережливого строительства. Их комплексное применение позволяет не только оптимизировать организационно-технологические процессы, но и формировать культуру постоянных улучшений, направленную на повышение эффективности деятельности строительных предприятий.

Применение принципов бережливого строительства демонстрирует значительные результаты в международной практике. Например, в Соединённых Штатах успешным примером внедрения инструментов бережливого строительства является компания Baker Concrete Construction, применившая систему Last Planner System (LPS) и визуальное управление при реализации ряда проектов в Вашингтоне и других штатах. Результатом внедрения стало повышение соблюдения производственного графика на 20–25 % и рост показателя Percent Plan Complete (PPC) с 54 % до более 70 %. Также отмечено снижение непроизводительных простоев и улучшение координации между подрядчиками [6].

В Европе ярким примером адаптации принципов Lean Construction стала ирландская компания Suir Engineering, реализовавшая в 2019 году программу «Suir Way», включающую инструменты Value Stream Mapping (VSM), 5S, а также визуальное управление и Last Planner System. По результатам внедрения на одном из проектов компании удалось сократить количество переделок на 90 % и уменьшить совокупные затраты на 15 %, а также повысить вовлечённость сотрудников и прозрачность производственных процессов [7].

В российской практике элементы бережливого строительства внедряются совместно с технологиями BIM. В рядах проектов жилищного строительства в Москве использование 4D-моделирования в связке с принципами Just-in-Time (JIT) позволило сократить время ожидания поставок материалов на 20–30 %, оптимизировать логистику и повысить точность календарно-сетевого планирования. Эффективность подтверждается отраслевыми исследованиями и кейсовыми отчётами, демонстрирующими сокращение сроков и повышение производительности труда при интеграции BIM и Lean [8-10].

Внедрение принципов бережливого строительства требует не только применения отдельных инструментов, но и глубоких изменений в организационно-технологической структуре строительного производства. Lean Construction предполагает переход от традиционной, иерархической модели управления к гибкой, процессно-ориентированной системе, основанной на сотрудничестве всех участников проекта, прозрачности информации и стремлении к непрерывным улучшениям.

Одним из ключевых условий успешной реализации концепции Lean является формирование «бережливой» организационной культуры, ориентированной на вовлечение персонала и развитие командного взаимодействия.

Реализация Lean-подхода в строительных компаниях включает:

- пересмотр управленческой философии - от контроля к вовлечению сотрудников в процесс принятия решений;
- развитие культуры ответственности и самоорганизации рабочих команд;
- внедрение систем мотивации, стимулирующих инициативу и улучшения;
- создание горизонтальных коммуникаций между подразделениями и участниками проекта.

Такая модель способствует повышению эффективности взаимодействия между проектировщиками, подрядчиками и заказчиками, сокращает количество конфликтов и улучшает координацию работ.

Современная тенденция развития строительной отрасли заключается в интеграции принципов бережливого строительства с технологиями информационного моделирования зданий (BIM) и цифровыми системами управления проектами.

Данная интеграция позволяет обеспечить:

- повышение прозрачности проектных и производственных процессов;
- своевременное выявление несоответствий между проектными решениями и фактическим исполнением;
- моделирование сценариев строительства и оценку рисков;
- улучшение точности планирования и логистики.

Использование BIM-технологий совместно с инструментами Lean (например, Last Planner System, VSM) создаёт основу для концепции Lean-BIM, обеспечивающей

согласованность всех участников проекта и сокращение потерь на всех этапах жизненного цикла объекта.

Примером практической реализации такого подхода является использование 4D-моделирования (временные параметры строительства) и 5D-BIM (оценка стоимости), которые позволяют оптимизировать графики работ и финансовое планирование, повышая управляемость строительного производства.

Несмотря на очевидные преимущества концепции Lean Construction, процесс её внедрения в строительную практику сопровождается рядом трудностей. Основные барьеры можно разделить на организационные, кадровые и нормативно-методические (рис. 2).

Преодоление этих препятствий возможно при условии системного подхода, включающего обучение персонала, создание внутренних стандартов Lean-практик и постепенное внедрение инструментов бережливого управления на уровне отдельных процессов и подразделений.



Рис. 2. Основные барьеры внедрения бережливого строительства (Lean Construction)

Для успешной реализации концепции Lean Construction в строительных организациях необходимо:

- разработать программу поэтапного внедрения Lean-практик, начиная с пилотных проектов;
- проводить регулярное обучение и повышение квалификации работников всех уровней;
- внедрять систему ключевых показателей эффективности (KPI) для оценки результативности внедрения;
- использовать цифровые платформы для обмена данными и контроля хода выполнения работ;
- развивать интегрированные проектные команды, объединяющие проектировщиков, строителей и заказчиков.

Применение данных мер позволяет создать устойчивую систему управления, направленную на сокращение потерь, повышение качества строительных работ и формирование культуры непрерывного совершенствования.

Результаты исследования подтверждают, что внедрение принципов бережливого строительства (Lean Construction) способствует повышению эффективности строительного производства за счёт системного сокращения потерь, оптимизации потоков работ и совершенствования управленческих процессов. Комплексное применение инструментов 5S,

Kaizen, VSM, JIT и LPS обеспечивает устойчивый рост производительности и качества выполнения проектов.

Интеграция Lean-подхода с технологиями информационного моделирования (BIM) формирует основу для цифровой трансформации строительной отрасли и повышения прозрачности управления проектами. Реализация концепции Lean Construction требует формирования «бережливой» организационной культуры и последовательного внедрения методик на всех уровнях производства, что позволит обеспечить устойчивое развитие и конкурентоспособность строительных организаций.

Список литературы

1. Маркова, Н. А. «Теоретические аспекты понятия «бережливое предприятие»» / Н. А. Маркова, Д. А. Марков // Вестник УрФУ. Серия «Экономика и управление». -2017. - Т. 16. - № 6. - С. 858-879.
2. Arayici, Y. Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice / Y. Arayici, P. Coates, L. Koskela, M. Kagioglou, C. Usher, K. O'Reilly // Automation in Construction. – 2011. - Vol. 20. - Issue 2. - Pp. 189–195.
3. Буткова, Д. А. Возможность применения бережливого производства в сфере строительства / Д. А. Буткова // Экономика и предпринимательство. – 2018. – № 10 (99). – С. 312–316.
4. Литвинова, А. В. Система 5S как элемент бережливого производства на строительных предприятиях / А. В. Литвинова // Вестник Пензенского государственного университета архитектуры и строительства. – 2022. – № 4 (28). – С. 67–73.
5. Koskela, L. The Foundations of Lean Construction / L. Koskela, G. Howell, G. Ballard, I. Tommelein // Design and Construction: Building in Value. - 2002. – P. 211–226.
6. Power, W. Last Planner® System and Percent Plan Complete: An Examination of Trade Contractor Performance / W. Power, D. Taylor // Lean Construction Journal. – 2019. – P. 131–146.
7. Norris, A. Suir Engineering — Lean Construction Ireland Book of Cases 2019 (Case 15). – Kilkenny: Lean Construction Ireland. - 2019. [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://leanconstructionireland.ie/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 15.10.2025).
8. Крюков, К. М. Практический подход к интеграции технологии 4D-моделирования и методов бережливого строительства // Электронная библиотека elibrary.ru. – 2025. [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=80356120/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 18.10.2025).
9. Горбанева, Е. П. Редевелопмент промышленных территорий городской среды / Е. П. Горбанева, О. А. Бережной, Т. Л. Нгуен // Строительство и недвижимость. – 2025. – № 2(17). – С. 53-61.
10. Горбанева, Е. П. Интеграция методов информационного моделирования и моделей энергоэффективности на протяжении жизненного цикла проекта / Е. П. Горбанева, И. А. Косовцева // Недвижимость: экономика, управление. – 2024. – № S3. – С. 139-142.

List of references

1. Markova, N. A. "Theoretical aspects of the concept of a lean enterprise" / N. A. Markova, D. A. Markov // Bulletin of UrFU. The series "Economics and Management". -2017. - Vol. 16. - No. 6. - pp. 858-879.
2. Arabici, Y. Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice / Y. Arabici, P. Coates, L. Koskela, M. Kagioglou, C. Usher, K. O'Reilly // Automation in Construction. – 2011. - Vol. 20. - Issue 2. - Pp. 189-195.
3. Butkova, D. A. The possibility of using lean manufacturing in the construction sector / D. A. Butkova // Economics and entrepreneurship. – 2018. – № 10 (99). – Pp. 312-316.

4. Litvinova, A.V. The 5S system as an element of lean production at construction enterprises / A.V. Litvinova // Bulletin of the Penza State University of Architecture and Construction. – 2022. – № 4 (28). – Pp. 67-73.
5. Koskela, L. The Foundations of Lean Construction / L. Koskela, G. Howell, G. Ballard, I. Tommelein // Design and Construction: Building in Value. - 2002. – p. 211-226.
6. Power, W. Last Planner® System and Percent Plan Complete: An Examination of Trade Contractor Performance / W. Power, D. Taylor // Lean Construction Journal. – 2019. – P. 131–146.
7. Norris, A. Suir Engineering — Lean Construction Ireland Book of Cases 2019 (Case 15). – Kilkenny: Lean Construction Ireland. - 2019. [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://leanconstructionireland.ie/>, Title. From the screen. – In Russian (accessed: 10/15/2025).
8. Kryukov, K. M. A practical approach to the integration of 4D modeling technology and lean construction methods // Electronic Library elibrary.ru . – 2025. [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=80356120/>, Title. From the screen. – Yaz. rus. (date of reference: 18.10.2025).
9. Gorbaneva, E. P. Redevelopment of industrial territories of the urban environment / E. P. Gorbaneva, O. A. Berezhnoy, T. L. Nguyen // Construction and real estate. – 2025. – № 2(17). – Pp. 53-61.
10. Gorbaneva, E. P. Integration of information modeling methods and energy efficiency models throughout the project lifecycle / E. P. Gorbaneva, I. A. Kosovtseva // Real estate: economics, management. – 2024. – No. S3. – pp. 139-142.

УДК 69.057

СРАВНЕНИЕ ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ОСОБЕННОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Е. П. Горбанева, Я. М. Фирсов, И. А. Мучников

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

Фирсов Яков Михайлович, Воронежский государственный технический университет, аспирант гр. аОС-25, E-mail: yakovfirsov271@gmail.com

Мучников Иван Александрович, Воронежский государственный технический университет, аспирант гр. аОС-24, E-mail: muchnikov_i_a@mail.ru

Аннотация: в данной статье авторами приводится сравнительный анализ трех основных методов организации строительного производства: последовательного, параллельного и поточного. Рассматриваются их сущность, графические модели, основные достоинства и недостатки, а также специфические условия применения в различных ситуациях. Последовательный метод отличается минимальными потребностями в материально-технических ресурсах, но и характеризуется максимальной общей продолжительностью строительства из-за линейной последовательности выполнения работ. Параллельный метод, наоборот, значительно сокращает сроки реализации проектов за счет одновременного выполнения нескольких работ. Однако он требует значительного увеличения ресурсного обеспечения и бесперебойных поставок, что может привести к логистическим и финансовым трудностям. Наиболее прогрессивным и перспективным в современных условиях является поточный метод, который представляет собой рациональную синергетическую комбинацию последовательного и параллельного подходов. На основании проведенного анализа авторы приходят к выводу, что поточный метод является наиболее универсальным и эффективным для массового строительства однотипных объектов. Он объединяет достоинства последовательного и параллельного методов, минимизируя их недостатки, и способствует достижению высоких показателей производительности и качества.

Ключевые слова: методы организации строительства, последовательный метод, параллельный метод, поточный метод, строительное производство, оптимизация.

COMPARISON OF THE MAIN METHODS OF ORGANIZING CONSTRUCTION PRODUCTION AND THE SPECIFICS OF THEIR APPLICATION

E. P. Gorbaneva, Y. M. Firsov, I. A. Muchnikov

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

Firsov Yakov Mikhailovich, Voronezh State Technical University, post-graduate student gr. аОS-25, E-mail: yakovfirsov271@gmail.com

Muchnikov Ivan Alexandrovich, *Voronezh State Technical University, post-graduate student gr. aOS-24, E-mail: muchnikov_i_a@mail.ru*

Abstract: in this article, the authors provide a comparative analysis of three main methods for organizing construction production: sequential, parallel, and flow. They examine their essence, graphical models, key advantages and disadvantages, and specific application conditions in various situations. The sequential method is characterized by minimal material and technical resource requirements, but also by the longest overall construction duration due to the linear sequence of work. The parallel method, on the other hand, significantly reduces project implementation time by simultaneously completing several tasks. However, it requires a significant increase in resource availability and uninterrupted deliveries, which can lead to logistical and financial difficulties. The flow method, which represents a rational, synergistic combination of sequential and parallel approaches, is the most progressive and promising in modern conditions. Based on the analysis, the authors conclude that the flow method is the most versatile and effective for the large-scale construction of similar projects. It combines the advantages of sequential and parallel methods while minimizing their disadvantages, and contributes to achieving high productivity and quality.

Keywords: methods of construction organization, sequential method, parallel method, flow method, construction production, optimization.

Современное строительство представляет собой комплексный и многофакторный процесс, требующий высокой компетентности в управлении ресурсами, строго контроля и эффективной координации строительных операций. В данном контексте организация строительного производства занимает центральное место в строительной индустрии, обеспечивая рациональное планирование всех стадий строительства, гарантируя непрерывный доступ к необходимым материалам и ресурсам, мониторинг качества выполнения работ и достижение оптимального баланса между затратами и сроками реализации проекта.

В условиях динамично изменяющихся рыночных требований, технологических инноваций и усиливающейся конкуренции особое значение приобретает конкретный выбор методов организации строительных работ. Различные подходы к организации производства позволяют адаптировать процессы под конкретные условия, масштаб и специфику объекта, а также обеспечить оптимальное использование ресурсов. В современном строительстве применяются разнообразные методы, каждый из которых обладает своими преимуществами и недостатками, а также особенностями их применения [1]. На сегодняшний день существует три основных метода организации строительного производства:

Последовательный метод. Суть последовательного метода заключается в том, что работа на каждом последующем объекте (захватке) начнется только после завершения всех технологических процессов на предыдущем (без совмещения по времени) [2].

Для наглядности рассмотрим на графике процесс возведения последовательным методом трех однотипных объектов (рис. 1). При применении последовательного метода работы одновременно производятся только на одном из объектов, следовательно, общая продолжительность всего строительства определяется суммированием продолжительностей работ на каждом из строящихся объектов, то есть продолжительность строительства максимальна [3].

Исходя из вышеизложенного, при применении последовательного метода наиболее существенным недостатком является длительный срок строительства объектов, при этом применение данного метода позволяет значительно сократить общее число рабочих, участвующих в процессе строительства до минимально возможного.

Применение последовательного метода организации строительства является предпочтительным при ограниченности трудовых ресурсов строительной организации, возможности растянуть строительство объектов по времени, а также при строительстве группы разнотипных объектов, в которых применяются разные технологии производства и значительно отличаются объемы работ.

Объект	Время											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
2												
3												
4												

Рис. 1. График последовательного метода организации строительства

Параллельный метод. При использовании параллельного метода строительство всех объектов (или работы на каждой захватке) производятся одновременно с использованием разных бригад для каждого отдельного объекта (захватки) [2].

Анализируя график производства работ параллельным методом, представленный на схеме ниже (рис. 2), приходим к выводу, что общая продолжительность производства строительных работ при возведении нескольких однотипных объектов значительно сокращается в сравнении с последовательным методом организации строительства и равна времени, необходимому для строительства одного объекта [3]. Однако в данном случае значительно возрастает численность рабочих, потребность в материально технических ресурсах и технике, что делает параллельный метод организации строительного производства достаточно сильно зависимым от поставок материалов и, в случае задержек могут возникать простои.

Применение параллельного метода более всего подходит для строительства большого числа однотипных объектов при наличии у строительной организации возможности обеспечить бесперебойные поставки большого количества материалов и наличии достаточного числа рабочих, а также при строительстве объектов, для которых сроки строительства играют решающую роль.

Объект	Время					
	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3						
4						

Рис. 2. График параллельного метода организации строительства

Поточный метод. Поточный метод на сегодняшний день является самым прогрессивным методом организации строительных работ, и представляет собой комбинацию последовательного и параллельного методов, при котором сохраняются все достоинства данных методов и сводятся к минимуму недостатки, присущие им. особенность данного метода заключается в разделении процессов на более мелкие, что позволяет производить данные процессы параллельно [4].

В целом строительный поток представляет собой способ выполнения работ, который подразумевает разделение одного сложного процесса на более простые, а затем выполняются в последовательности, обеспечивающей наибольшую эффективность строительства. Работы в случае применения поточного метода организации строительства осуществляются следующим образом: после выполнения первой бригадой своего вида работ на объекте (захватке) ей на смену приходит следующая бригада, а первая перемещается на второй объект (захватку), далее данный процесс повторяется вплоть до полного завершения работ на всех объектах (рис. 3). При выполнении работ поточным методом значительно уменьшаются сроки возведения объектов по сравнению с последовательным методом, а также обеспечивается более равномерное движение рабочей силы между захватками. Основным недостатком поточного метода организации строительства являются сложности при определении очередности выполнения работ на захватках [5].

Объект	Время											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1												
2												
3												
4												

Рис. 3. График поточного метода организации строительства

Строительные потоки классифицируют по:

- *структуре продукции* на: объектные (в качестве конечной продукции выступают готовые здания), комплексные (конечным продуктом выступает комплекс объектов), частные (конечный продукт – определенный один или несколько строительных процессов) и специализированные (результат – выполнение нескольких частных потоков).

- *характеру ритмичности* на: ритмичные (в данном случае продолжительность работ на всех захватках идентична), неритмичные (каждая бригада имеет отличающуюся продолжительность работ), разноритмичные (все работы одного типа имеют одинаковую продолжительность, при этом различные типы работ отличаются по продолжительности).

- *по длительности выполнения работ* на: краткосрочные (строительство одиночного объекта или небольшой группы зданий), долгосрочные (при строительстве комплекса объектов) и непрерывные (в случае постоянного строительства однотипных объектов).

Для достижения максимальной эффективности поточного метода производится оптимизация строительных потоков, которая подразумевает изменение очередности выполнения тех или иных строительных процессов, а также изменение последовательности начала выполнения работ на объектах. Оптимизация работ может помочь значительно сократить сроки, стоимость выполнения всего обозначенного комплекса работ или повысить производительность труда [5, 6].

Поточный метод организации строительного производства применяется в тех случаях, когда необходимо добиться одновременно коротких сроков строительства, максимальной равномерности и эффективности строительства и является наиболее удобным при строительстве большого числа однотипных объектов.

При сопоставлении данных полученных данных можно сделать вывод о том, что наиболее универсальным методом организации строительства является поточный, поскольку именно данный метод комбинирует в себе положительные стороны двух других, а также устраняет (насколько это возможно) их недостатки и позволяет использовать ресурсы строительной организации наиболее эффективно. Последовательный и параллельный методы организации строительного производства имеют ограничения по применению, но при

возникновении специфических задач могут показать даже большую эффективность, чем поточный метод.

Список литературы

1. Федоров, В. И. Сравнение методов организации строительного производства жилых комплексов // Синергия наук. - 2016. - № 6. - С. 295-300. [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <http://synergyjournal.ru/archive/article0074>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 12.11.2025).
2. Дикман, Л. Г. Организация строительного производства // Москва. - 2006. - 601 с.
3. Цапко, К. А. Формирование производственной программы строительной организации на основе поточного метода организации строительства / К. А. Цапко, Н. Ф. Востриков // Вестник Евразийской науки. – 2020. - №4. – 11 с.
4. Юзефович, А. Н. Организация, планирование и управление строительным производством // М.: Пермь. – 2007. - 307 с.
5. Горбанева, Е. П. Проактивно-реактивное планирование строительного производства в условиях внешних стохастических воздействий / Е. П. Горбанева, М. А. Преображенский, А. В. Бухтояров // Academia. Архитектура и строительство. – 2025. – № 3. – С. 153-161.
6. Mishchenko, V. Ya. Calendar planning of construction production, taking into account stochastic impacts / V. Ya. Mishchenko, A. A. Lapidus, D. V. Topchiy, E. P. Gorbaneva // Construction Materials and Products. – 2025. – Vol. 8, No. 4.

List of references

1. Fedorov, V. I. Comparison of methods of organization of construction production of residential complexes // Synergy of sciences. - 2016. - No. 6. - pp. 295-300. [Electronic resource]: Access mode: URL: <http://synergyjournal.ru/archive/article0074> , Title. From the screen. – Yaz. rus. (date of request: 11/12/2025).
2. Dikman, L. G. Organization of construction production // Moscow. - 2006. - 601 p.
3. Tsapko, K. A. Formation of the production program of a construction organization based on the flow method of construction organization / K. A. Tsapko, N. F. Vostrikov // Bulletin of Eurasian Science. – 2020. - No. 4. – 11 p.
4. Yuzefovich, A. N. Organization, planning and management of construction production // Moscow: Perm. - 2007. - 307 p.
5. Gorbaneva, E. P. Proactive-reactive planning of construction production in conditions of stochastic external influences / E. P. Gorbaneva, M. A. Preobrazhensky, A.V. Bukhtoyarov // Scientific Circles. Architecture and Construction. – 2025. – No. 3. – pp. 153-161.
6. Mishchenko, V. Ya. Calendar planning of construction production taking into account stochastic impacts / V. Ya. Mishchenko, A. A. Lapidus, D. V. Topchiy, E. P. Gorbaneva // Building materials and products. – 2025. – Volume 8, No. 4.

УДК 69.04

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПЛИТ, ОПЕРТЫХ ПО КОНТУРУ, ПО РОССИЙСКИМ НОРМАМ И ЕВРОКОДАМ

Н. С. Новожилова, А. Е. Лебедев

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

Лебедев Александр Евгеньевич, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, магистрант гр. 5-См(ПЖБК)-2, E-mail: alllex2304@gmail.com

Аннотация: в современном каркасном строительстве выбор оптимального типа перекрытия является основной проектной задачей. Балочные перекрытия с плитами, опертыми по контуру, снижают массу конструкций по сравнению с безбалочными, но уменьшают полезную высоту помещений из-за выступающих элементов. Методики расчета таких перекрытий приведены в отечественной литературе и в еврокодах. Однако они имеют некоторые отличия. Поэтому актуальным является сравнение методик расчета по российским нормам и еврокодам, так как различия будут влиять на конечные конструктивные решения. На основании выполненного анализа установлено, что для плит, опёртых по контуру, значения изгибающих моментов по еврокодам превышают аналогичные по отечественным нормам. Это превышение выражено в разной степени: на опорах оно менее значительно, чем в пролётах. Однако следует отметить, что наиболее существенное влияние на увеличение моментов оказывает коэффициент надежности по нагрузке, который имеет большее значение в еврокодах, а также увеличение размеров расчетных пролетов в еврокодах, по сравнению с отечественными нормами.

Ключевые слова: плита, опёртая по контуру, изгибающий момент, российские нормы, еврокоды, коэффициенты надёжности.

FEATURES OF THE CALCULATION OF CONTOUR-SUPPORTED PLATES ACCORDING TO RUSSIAN STANDARDS AND EUROCODES

N. S. Novozhilova, A. E. Lebedev

Novozhilova Natalia Sergeevna, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Candidate of Technical Sciences, Associate Proffecor of the Departament of Reinforced Concrete and Masonry Structures, E-mail: gbk@spbgasu.ru

Lebedev Alexander Evgenievich, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Master's student gr. 5-Sm(PZHBK)-2, E-mail: alllex2304@gmail.com

Abstract: in modern frame construction, choosing the optimal type of floor is the main design task. Girder ceilings with contour-supported slabs reduce the weight of structures compared to non-girder ones, but reduce the useful height of rooms due to protruding elements. Methods for calculating such overlaps are given in the Russian literature and in Eurocodes. However, they have some differences. Therefore, it is relevant to compare calculation methods according to Russian standards and eurocodes, as the differences will affect the final design decisions. Based on the performed analysis, it was found that for

plates supported by a contour, the values of bending moments according to eurocodes exceed those similar to domestic standards. This excess is expressed to varying degrees: it is less significant on the supports than in the spans. However, it should be noted that the most significant influence on the increase in moments is exerted by the load reliability coefficient, which is more important in Eurocodes, as well as an increase in the size of the design spans in eurocodes, compared with domestic standards.

Keywords: slab supported by contour, bending moment, russian standards, eurocodes, reliability coefficients.

Использование систем балочных перекрытий берет начало в Древней Греции, где для создания конструкций применялись продольные и поперечные балки.

По сравнению с конструкциями из иных материалов, железобетон является молодым материалом, возникшим только во второй половине 19 столетия. Его первоначальное использование в перекрытиях ограничивалось малонагруженными гражданскими сооружениями с малыми пролётами, тогда как в большепролётных и тяжелых перекрытиях применялись прокатные балки, заключённые в бетон (рис. 1) [1].

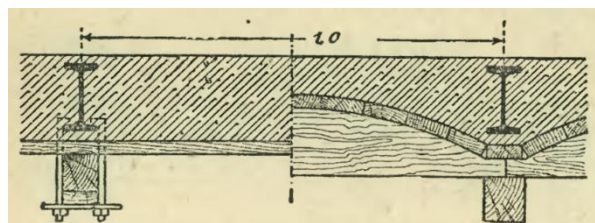


Рис. 1. Разрез плиты перекрытия с использованием прокатных балок

С целью придания каркасу огнестойкости прокатные балки в перекрытиях стали заменять на сплошные железобетонные плиты. Однако такие плиты, рассчитанные на высокие нагрузки в жилых и промышленных зданиях, были чрезмерно тяжелыми. В результате они уступили место пустотелым перекрытиям, где для облегчения веса инженеры создавали пустоты в менее нагруженных участках.

В 1892 году французский инженер Франсуа Геннебик предложил систему ребристых перекрытий [2], ставшую основополагающей для железобетонных конструкций. Его изобретение, не требовавшее металлических балок, легло в основу метода возведения монолитных железобетонных зданий.

Конструкция железобетонных рёбер решает две ключевые задачи: перекрытие значительных пролётов и снижение собственного веса. Последнее достигается за счёт удаления бетона из нижней (растянутой) зоны сечения. Использование однородного монолитного бетона связывает все элементы в единое целое, создавая жёсткие стыки [3].

Строительство с использованием балочных плит перекрытия получило распространение и в Советском Союзе. Примером стало здание Центросоюза, проект которого был выбран по итогам международного конкурса, объявленного в 1928 году Всероссийским обществом гражданских инженеров. Победителем в трёхэтапном конкурсе стал французский архитектор Ле Корбюзье, предложивший концепцию просторного офисного пространства. Его проект предусматривал монолитный железобетонный каркас с балочной системой, опирающейся на колонны.

В российских нормах изгибающие моменты для плит, опертых по контуру, рассчитываются по формулам (1), (2), приведены в российской литературе [4, 8, 9]:

$$M_k = \pm \alpha_k \Psi \quad (1)$$

$$M_o = \pm \alpha_o \Psi \quad (2)$$

где $P = q \chi_k \chi_o$ – нагрузка на плиту, опертую по контуру, q – расчетная предельная нагрузка на единицу площади, рассчитанная по формуле (5) [5], kH/m^2 , l_k – короткий пролет, м, l_o – длинный пролет, м, коэффициенты α_k и α_o (см. табл. 1).

Изгибающие моменты рассчитывающиеся по формулам (3), (4), приведены в еврокодах [6]:

$$M_k = \pm b_k \Psi \quad (3)$$

$$M_o = \pm b_o \Psi \quad (4)$$

где $P = q \chi_k \chi_o$ – нагрузка на плиту, опертую по контуру, q – расчетная предельная нагрузка на единицу площади, рассчитанная по формуле (6) [6, 7], kH/m^2 , l_k – короткий пролет, м, l_o – длинный пролет, м, коэффициенты β_k и β_o (см. табл. 1).

В таблице 1 рассмотрены плиты с различным опиранием по контуру.

Таблица 1

Коэффициенты для изгибающих моментов в плитах, опертых по четырем сторонам, при соотношении сторон $l_d / l_k = 1,0$

Тип панели и рассматриваемые моменты	Отечественная литература (значение коэффициента Пуассона принято равным нулю)		Еврокоды		Расхождение в значениях по отношению к российским нормам, %	
	По (условно) короткому пролету, α_k	По (условно) длинному пролету, α_d	По (условно) короткому пролету, β_k	По (условно) длинному пролету, β_d	По (условно) короткому пролету	По (условно) длинному пролету
Внутренние панели						
Отрицательный момент у промежуточных ребер	0,0417	0,0417	0,032	0,032	-30,3	-30,3
Положительный момент в центре пролета	0,0179	0,0179	0,024	0,024	+34,1	+34,1
Одна крайняя (шарнирная) опора по короткой стороне						
Отрицательный момент на промежуточных ребрах (опорах)	0,0556	0,0417	0,039	0,037	-42,6	-12,7
Положительный момент в центре пролета	0,0226	0,0198	0,029	0,028	+28,3	+41,4

Продолжение табл. 1

Тип панели и рассматриваемые моменты	Отечественная литература (значение коэффициента Пуассона принято равным нулю)		Еврокоды		Расхождение в значениях по отношению к российским нормам, %	
	По (условно) короткому пролету, α_k	По (условно) длинному пролету, α_d	По (условно) короткому пролету, β_k	По (условно) длинному пролету, β_d	По (условно) короткому пролету	По (условно) длинному пролету
Одна крайняя (шарнирная) опора по длинной стороне						
Отрицательный момент на промежуточных ребрах	0,0417	0,0556	0,037	0,039	-12,7	-42,6
Положительный момент в центре пролета	0,0198	0,0226	0,028	0,029	+41,4	+28,3
Две смежных крайних (шарнирных) опоры						
Отрицательный момент на промежуточных ребрах	0,0625	0,0625	0,047	0,047	-33,0	-33,0
Положительный момент в центре пролета	0,0269	0,0269	0,036	0,036	+33,8	+33,8

$$q = 1,1 \cdot q_{св} + 1,2 \cdot q_{врем} \quad (5)$$

$$q = 1,35 \cdot q_{св} + 1,5 \cdot q_{врем} \quad (6)$$

Вывод: согласно таблице 1, коэффициенты для расчета (отрицательных) опорных изгибающих моментов в плитах, опертых по контуру, взятые из российской литературы, на 12,7-42,6% превышают коэффициенты, взятые из еврокодов, достигая максимума в случае с одной крайней (шарнирной) опорой.

Коэффициенты для расчета (положительных) пролетных изгибающих моментов в плитах, опертых по контуру, взятые из еврокодов, на 28,3-41,4% превышают коэффициенты, взятые из российских норм, достигая максимума в случае с одной крайней (шарнирной) опорой.

Сравнительный анализ норм выявляет, что коэффициенты надежности по нагрузке от собственного веса и временной нагрузки, рассчитанные по еврокодам, на 23,0% и 25,0% больше соответственно, чем установленные по российским нормам.

Чтобы сравнить результирующие значения изгибающих моментов, рассчитанных по российским нормам и еврокодам, были определены их величины и сведены в таблицу (см. табл. 2). Однако, принимая во внимание то, что в еврокодах коэффициенты надёжности по нагрузке существенно больше, чем в отечественных нормах, для получения более полного

понимания отличий в расчетах, было решено рассмотреть вариант определения значений моментов по российским нормам с учетом коэффициентов надежности по нагрузке, принятых по еврокодам.

Таблица 2

**Значения изгибающих моментов в плитах перекрытий при соотношении
сторон $l_d / l_k = 1,0$**

Тип панели и рассматри ваемые моменты	Плиты перекрытия, оперты по контуру, рассчитанные по российским нормам, без учета работы балок перекрытия		Плиты перекрытия, оперты по контуру, рассчитанные по еврокодам, без учета работы балок перекрытия		Плиты перекрытия, оперты по контуру, рассчитанные по российским нормам с учетом коэффициентов надежности по нагрузке, принятых по еврокодам, без учета работы балок	
	По (условно) короткому пролету, кН·м/м	По (условно) длинному пролету, кН·м/м	По (условно) короткому пролету, кН·м/м	По (условно) длинному пролету, кН·м/м	По (условно) короткому пролету, кН·м/м	По (условно) длинному пролету, кН·м/м
Внутренние панели						
Отрицате льный момент у промежут очных ребер	$\frac{19,27}{100,0\%}$	$\frac{19,27}{100,0\%}$	$\frac{22,73}{+18,0\%}$	$\frac{22,73}{+18,0\%}$	$\frac{23,99}{+24,5\%}$	$\frac{23,99}{+24,5\%}$
Положите льный момент в центре пролета	$\frac{8,27}{100,0\%}$	$\frac{8,27}{100,0\%}$	$\frac{17,05}{+106,2\%}$	$\frac{17,05}{+106,2\%}$	$\frac{10,33}{+24,5\%}$	$\frac{10,33}{+24,5\%}$
Одна крайняя (шарнирная) опора по короткой стороне						
Отрицате льный момент на промежут очных ребрах (опорах)	$\frac{25,70}{100,0\%}$	$\frac{19,27}{100,0\%}$	$\frac{27,70}{+7,8\%}$	$\frac{26,28}{+36,4\%}$	$\frac{31,99}{+24,5\%}$	$\frac{23,99}{+24,5\%}$
Положите льный момент в центре пролета	$\frac{10,45}{100,0\%}$	$\frac{9,15}{100,0\%}$	$\frac{20,60}{+97,1\%}$	$\frac{19,89}{+117,4\%}$	$\frac{13,00}{+24,5\%}$	$\frac{11,39}{+24,5\%}$

Продолжение табл. 2

Тип панели и рассматриваемые моменты	Плиты перекрытия, опертые по контуру, рассчитанные по российским нормам, без учета работы балок перекрытия		Плиты перекрытия, опертые по контуру, рассчитанные по еврокодам, без учета работы балок перекрытия		Плиты перекрытия, опертые по контуру, рассчитанные по российским нормам с учетом коэффициентов надежности по нагрузке, принятых по еврокодам, без учета работы балок	
	По (условно) короткому пролету, кН·м/м	По (условно) длинному пролету, кН·м/м	По (условно) короткому пролету, кН·м/м	По (условно) длинному пролету, кН·м/м	По (условно) короткому пролету, кН·м/м	По (условно) длинному пролету, кН·м/м
Одна крайняя (шарнирная) опора по длинной стороне						
Отрицательный момент на промежуточных ребрах	$\frac{19,27}{100,0\%}$	$\frac{25,70}{100,0\%}$	$\frac{26,28}{+36,4\%}$	$\frac{27,70}{+7,8\%}$	$\frac{23,99}{+24,5\%}$	$\frac{31,99}{+24,5\%}$
Положительный момент в центре пролета	$\frac{9,15}{100,0\%}$	$\frac{10,45}{100,0\%}$	$\frac{19,89}{+117,4\%}$	$\frac{20,60}{+97,1\%}$	$\frac{11,39}{+24,5\%}$	$\frac{13,00}{+24,5\%}$
Две смежных крайних (шарнирных) опоры						
Отрицательный момент на промежуточных ребрах	$\frac{28,89}{100,0\%}$	$\frac{28,89}{100,0\%}$	$\frac{33,38}{+15,5\%}$	$\frac{33,38}{+15,5\%}$	$\frac{35,96}{+24,5\%}$	$\frac{35,96}{+24,5\%}$
Положительный момент в центре пролета	$\frac{12,43}{100,0\%}$	$\frac{12,43}{100,0\%}$	$\frac{25,57}{+105,7\%}$	$\frac{25,57}{+105,7\%}$	$\frac{15,48}{+24,5\%}$	$\frac{15,48}{+24,5\%}$

Примечание: в знаменателе каждой строки приведены расхождения в значениях изгибающих моментов по отношению к российским нормам.

Согласно таблице (см. табл. 2) значения изгибающих опорных моментов для плит, опертых по контуру, рассчитанных по еврокодам, превышают значения моментов, рассчитанных по российским нормам на 7,8-36,4%, а в пролетах существенно больше – на 97,1-117,4%.

Однако, если учесть увеличение коэффициентов надежности по нагрузке в еврокодах применительно к отечественным нормам, то расхождение будет составлять 24,5% (см. табл. 2).

Тогда было выполнено сравнение моментов, полученных по еврокодам, и моментов с учетом увеличения коэффициентов надежности по нагрузке в еврокодах применительно к отечественным нормам (см. табл. 3).

Таблица 3

**Значения изгибающих моментов в плитах перекрытий при соотношении
сторон $l_d / l_k = 1,0$**

Тип панели и рассматриваемые моменты	Плиты перекрытия, опертые по контуру, рассчитанные по еврокодам, без учета работы балок перекрытия		Плиты перекрытия, опертые по контуру, рассчитанные по российским нормам с учетом коэффициентов надежности по нагрузке, принятых по еврокодам, без учета работы балок	
	По (условно) короткому пролету, кН·м/м	По (условно) длинному пролету, кН·м/м	По (условно) короткому пролету, кН·м/м	По (условно) длинному пролету, кН·м/м
Внутренние панели				
Отрицательный момент у промежуточных ребер	$\frac{22,73}{100,0\%}$	$\frac{22,73}{100,0\%}$	$\frac{23,99}{+5,6\%}$	$\frac{23,99}{+5,6\%}$
Положительный момент в центре пролета	$\frac{17,05}{100,0\%}$	$\frac{17,05}{100,0\%}$	$\frac{10,33}{-65,5\%}$	$\frac{10,33}{-65,5\%}$
Одна крайняя (шарнирная) опора по короткой стороне				
Отрицательный момент на промежуточных ребрах (опорах)	$\frac{27,70}{100,0\%}$	$\frac{26,28}{100,0\%}$	$\frac{31,99}{+15,5\%}$	$\frac{23,99}{-9,5\%}$
Положительный момент в центре пролета	$\frac{20,60}{100,0\%}$	$\frac{19,89}{100,0\%}$	$\frac{13,00}{-58,4\%}$	$\frac{11,39}{-74,6\%}$
Одна крайняя (шарнирная) опора по длинной стороне				
Отрицательный момент на промежуточных ребрах	$\frac{26,28}{100,0\%}$	$\frac{27,70}{100,0\%}$	$\frac{23,99}{-9,5\%}$	$\frac{31,99}{+15,5\%}$
Положительный момент в центре пролета	$\frac{19,89}{100,0\%}$	$\frac{20,60}{100,0\%}$	$\frac{11,39}{-74,6\%}$	$\frac{13,00}{-58,4\%}$
Две смежных крайних (шарнирных) опоры				
Отрицательный момент на промежуточных ребрах	$\frac{33,38}{100,0\%}$	$\frac{33,38}{100,0\%}$	$\frac{35,96}{+7,7\%}$	$\frac{35,96}{+7,7\%}$
Положительный момент в центре пролета	$\frac{25,57}{100,0\%}$	$\frac{25,57}{100,0\%}$	$\frac{15,48}{-65,2\%}$	$\frac{15,48}{-65,2\%}$

Примечание: в знаменателе каждой стоки приведены расхождения в значениях изгибающих моментов по отношению к еврокодам.

Сравнение результатов показало, что отличие в значениях моментов по сравнению с еврокодами будут другие: для опорных моментов – 5,6-15,5%, для пролетных – 65,2-74,6%.

Таким образом, анализ показывает, что для плит, опёртых по контуру, значения изгибающих моментов по еврокодам превышают аналогичные по отечественным нормам. Это превышение выражено в разной степени: на опорах оно менее значительно, чем в пролётах. Однако, следует отметить, что наиболее существенное влияние на увеличение моментов оказывает коэффициент надежности по нагрузке, который имеет большее значение в еврокодах. Кроме того, на увеличение моментов в еврокодах оказывает влияние дополнительный фактор, а именно, увеличение размеров расчетных пролетов, по сравнению с отечественными нормами.

Список литературы

1. Залигер, Р. Железобетон. Его расчет и проектирование / Р. Залигер, П. Я. Каменцева. – Москва, Ленинград, 1931. – С. 82–83.
2. Сахновский, К. В. Железобетонные конструкции / К. В. Сахновский, В. М. Келдыш, Р. И. Трепененков. – Москва, 1959. – 11 с.
3. Гаузе, Ф.Г. Железобетон в XX веке / Ф.Г. Гаузе. – Москва, 1927. – С. 38–40.
4. Улицкий, И. И. Железобетонные конструкции (Расчет и конструирование) / И.И. Улицкий, С.А. Ривкин, М. В. Самолетов, А. А. Дыховичный, М. М. Френкель, В. И. Кретов. Киев, 1958. – С. 527–530.
5. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. – Минстрой России, 2016. – С. 8–13.
6. EN 1990. Eurocode 0: Basic of structural design. – Brussels: CEN, 2002. – С. 54–56.
7. Биби, Э. В. Руководство для проектировщиков к еврокоду 2: проектирование железобетонных конструкций / Э. В. Биби, Р. С. Нараянан; [пер. с англ.]. – Москва, 2013. – С. 61–64.
8. Голышев, А. Б. Проектирование железобетонных конструкций. Справочное пособие / А. Б. Голышев, В. Я. Бачинский, В. П. Полищук, А. В. Харченко, И. В. Руденко. – Киев, 1985. – С. 361–363.
9. Мандриков, А. П. Примеры расчета железобетонных конструкций / А.П. Мандриков, Г. А. Лебедева, Л. И. Круглова. – Москва, 1979. – С. 479–481.

List of references

1. Zaliger, R. Reinforced concrete. Its calculation and design / R. Zaliger, P. Ya. Kamentseva. Moscow, Leningrad, 1931. pp. 82-83.
2. Sakhnovsky, K. V. Reinforced concrete structures / K. V. Sakhnovsky, V. M. Keldysh, R. I. Trepenenkov. – Moscow, 1959. – 11 p.
3. Gause, F.G. Reinforced concrete in the twentieth century / F.G. Gause. Moscow, 1927. pp. 38-40.
4. Ulitskiy, I. I. Reinforced concrete structures (Calculation and construction) / I.I. Ulitskiy, S.A. Rivkin, M. V. Aeroplanes, A. A. Dykhovichny, M. M. Frenkel, V. I. Kretov. Kiev, 1958. pp. 527-530.
5. SP 20.13330.2016. Loads and impacts. – Ministry of Construction of Russia, 2016. – pp. 8-13.
6. EN 1990. Eurocode 0: Basic of structural design. – Brussels: CEN, 2002. – pp. 54-56.
7. Bibi, E. V. Guide for designers to Eurocode 2: design of reinforced concrete structures / E. V. Bibi, R. S. Narayanan; [trans. Moscow, 2013. pp. 61-64.

8. Golyshev, A. B. Designing reinforced concrete structures. Reference manual / A. B. Golyshev, V. Ya. Bachinsky, V. P. Polishchuk, A.V. Kharchenko, I. V. Rudenko. – Kiev, 1985. – pp. 361-363.

9. Mandrikov, A. P. Examples of calculation of reinforced concrete structures / A.P. Mandrikov, G. A. Lebedeva, L. I. Kruglova. Moscow, 1979, pp. 479-481.

УДК 69.04

СРАВНЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПЛИТ, ОПЕРТЫХ ПО КОНТУРУ, ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ И ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ

Н. С. Новожилова, А. Е. Лебедев

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

Лебедев Александр Евгеньевич, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, магистрант гр. 5-См(ПЖБК)-2, E-mail: alllex2304@gmail.com

Аннотация: в каркасном строительстве выбор конструктивной схемы перекрытия относится к числу важнейших проектных решений. Использование балочных систем с плитами, опёртыми по контуру, позволяет снизить материалоемкость, однако сокращает полезный объём помещений. Для оценки методик расчета таких конструкций выполнен сравнительный анализ трёх подходов: классического теоретического расчёта на основе теории упругости, компьютерного моделирования в программном комплексе SCAD++ на основе той же методики и моделирования по требованиям действующего свода правил. В теоретическом расчете коэффициент Пуассона требуется принимать равным 0. В то же время, принимая во внимание положения актуального СП, в модели требуется применение значения коэффициента Пуассона, равного 0,2. Это приводит к увеличению значений изгибающих моментов и прогибов. Полученные результаты демонстрируют адекватное соответствие теоретических расчетов и моделирования и позволяют более корректно оценивать значения усилий при разных подходах к расчету рассматриваемых конструкций.

Ключевые слова: каркас, балочная система, плита перекрытия, сравнительный анализ, теория упругости, изгибающие моменты, прогибы.

FEATURES OF THE CALCULATION OF CONTOUR-SUPPORTED PLATES ACCORDING TO RUSSIAN STANDARDS AND EUROCODES

N. S. Novozhilova, A. E. Lebedev

Novozhilova Natalia Sergeevna, 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

Lebedev Alexander Evgenievich, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Master's student gr. 5-Sm(PZHBK)-2, E-mail: alllex2304@gmail.com

Abstract: in frame construction, the choice of a structural floor plan is one of the most important design decisions. The use of beam systems with contour-supported slabs reduces material consumption, but reduces the useful volume of rooms. To evaluate the calculation methods of such structures, a comparative analysis of three approaches was performed: classical theoretical calculation based on the theory of elasticity, computer modeling in the SCAD++ software package based on the same methodology and modeling according to the requirements of the current set of rules. In theoretical calculations, the Poisson's ratio

should be set to 0. At the same time, taking into account the positions of the current joint venture, the model requires the use of a Poisson's ratio of 0.2. This leads to an increase in the values of bending moments and deflections. The results obtained demonstrate an adequate correspondence between theoretical calculations and modeling and allow for a more accurate assessment of the force values for different approaches to the calculation of the structures under consideration.

Keywords: frame, beam system, floor slab, comparative analysis, theory of elasticity, bending moments, deflections.

Конструктивная схема железобетонных монолитных ребристых перекрытий представляет собой пространственный каркас, образованный несущими колоннами, системой взаимно перпендикулярных балок и плит, опирающихся на эту систему.

Характер работы плиты под нагрузкой определяется геометрией. При соотношении сторон $l_2/l_1 \leq 2$ плита работает как опертая по контуру, при соотношении сторон $l_2/l_1 > 2$ плита работает как балочная по короткому направлению.

Плиты, опертые по контуру, характеризуются двухосным напряженным состоянием. В отечественной литературе для расчета значений изгибающих моментов, возникающих в плитах, используются теория упругости, а также для облегчения расчетов можно применять табличные коэффициенты, полученные на ее основе [1, 2]. При этом коэффициент Пуассона требуется принимать равным 0.

Целесообразность использования и способы инженерной оптимизации монолитных ребристых перекрытий рассматриваются в статьях, объектами исследования которой являются плиты, опертые по контуру [3, 4].

Чтобы оценить адекватность расчетной модели в программном комплексе SCAD++, следует сравнить напряженно-деформированное состояние плит, опертых по контуру, по результатам теоретических расчетов с результатами моделирования. То есть сопоставить значения возникающих изгибающих моментов в элементах перекрытия, а также величины прогибов.

Теоретический расчет производится для подтверждения адекватности расчетной модели в программном комплексе SCAD++.

В отечественных нормах изгибающие моменты для плит, опертых по контуру, рассчитываются по формулам (1), (2) [1, 2]:

$$M_k = \pm \alpha_k \cdot P \quad (1)$$

$$M_\partial = \pm \alpha_\partial \cdot P \quad (2)$$

где $P = q \cdot l_k \cdot l_\partial$ – нагрузка на плиту, опертую по контуру, q – расчетная предельная нагрузка на единицу площади, кН/м^2 , l_k – короткий пролет, м, l_∂ – длинный пролет, м, коэффициенты α_k и α_∂ [1, 2].

Отличие расчетов по отечественным нормам и по СП [5] заключается в значении коэффициента Пуассона. По отечественным нормам [1, 2] значение коэффициента Пуассона принимается равным 0, в то время как по СП [5] его требуется принять равным 0,2.

Значения изгибающих моментов, возникающих в плите перекрытия, были рассчитаны теоретически и с помощью моделирования и сведены в таблицу (см. табл. 1).

Таблица 1

**Значения изгибающих моментов в плитах перекрытий при соотношении
сторон $l_d / l_k = 1,0$**

Тип панели и рассматри ваемые моменты	Плиты перекрытия, оперты по контуру, рассчитанные теоретически по отечественным нормам [1, 2], без учета работы балок		Плиты перекрытия, оперты по контуру, рассчитанные при моделировании по отечественным нормам [1, 2]		Плиты перекрытия, оперты по контуру, рассчитанные при моделировании по СП [5]	
	По (условно) короткому пролету, кН·м/м	По (условно) длинному пролету, кН·м/м	По (условно) короткому пролету, кН·м/м	По (условно) длинному пролету, кН·м/м	По (условно) короткому пролету, кН·м/м	По (условно) длинному пролету, кН·м/м
Внутренние панели						
Отрицате льный момент у промежут очных ребер	$\frac{19,27}{100,0\%}$	$\frac{19,27}{100,0\%}$	$\frac{20,47}{+6,2\%}$	$\frac{20,47}{+6,2\%}$	$\frac{24,93}{+29,4\%}$	$\frac{24,93}{+29,4\%}$
Положите льный момент в центре пролета	$\frac{8,27}{100,0\%}$	$\frac{8,27}{100,0\%}$	$\frac{8,08}{-2,4\%}$	$\frac{8,08}{-2,4\%}$	$\frac{12,06}{+45,8\%}$	$\frac{12,06}{+45,8\%}$
Одна крайняя (шарнирная) опора по короткой стороне						
Отрицате льный момент на промежут очных ребрах (опорах)	$\frac{25,70}{100,0\%}$	$\frac{19,27}{100,0\%}$	$\frac{23,19}{-10,8\%}$	$\frac{20,47}{+6,2\%}$	$\frac{26,79}{+4,3\%}$	$\frac{24,93}{+29,4\%}$
Положите льный момент в центре пролета	$\frac{10,45}{100,0\%}$	$\frac{9,15}{100,0\%}$	$\frac{11,02}{+5,5\%}$	$\frac{9,06}{-1,0\%}$	$\frac{14,80}{+41,7\%}$	$\frac{14,06}{+53,6\%}$
Одна крайняя (шарнирная) опора по длинной стороне						
Отрицате льный момент на промежут очных ребрах	$\frac{19,27}{100,0\%}$	$\frac{25,70}{100,0\%}$	$\frac{20,47}{+6,2\%}$	$\frac{23,19}{-10,8\%}$	$\frac{24,93}{+29,4\%}$	$\frac{26,79}{+4,3\%}$

Продолжение табл. 1

Тип панели и рассматриваемые моменты	Плиты перекрытия, опертые по контуру, рассчитанные теоретически по отечественным нормам [1, 2], без учета работы балок		Плиты перекрытия, опертые по контуру, рассчитанные при моделировании по отечественным нормам [1, 2]		Плиты перекрытия, опертые по контуру, рассчитанные при моделировании по СП [5]	
	По (условно) короткому пролету, кН·м/м	По (условно) длинному пролету, кН·м/м	По (условно) короткому пролету, кН·м/м	По (условно) длинному пролету, кН·м/м	По (условно) короткому пролету, кН·м/м	По (условно) длинному пролету, кН·м/м
Одна крайняя (шарнирная) опора по длинной стороне						
Положительный момент в центре пролета	$\frac{9,15}{100,0\%}$	$\frac{10,45}{100,0\%}$	$\frac{9,06}{-1,0\%}$	$\frac{11,02}{+5,5\%}$	$\frac{14,06}{+53,6\%}$	$\frac{14,80}{+41,7\%}$
Две смежных крайних (шарнирных) опоры						
Отрицательный момент на промежуточных ребрах	$\frac{28,89}{100,0\%}$	$\frac{28,89}{100,0\%}$	$\frac{27,19}{-6,2\%}$	$\frac{27,19}{-6,2\%}$	$\frac{29,81}{+3,2\%}$	$\frac{29,81}{+3,2\%}$
Положительный момент в центре пролета	$\frac{12,43}{100,0\%}$	$\frac{12,43}{100,0\%}$	$\frac{13,60}{+9,4\%}$	$\frac{13,60}{+9,4\%}$	$\frac{17,94}{+44,3\%}$	$\frac{17,94}{+44,3\%}$

Примечание: в знаменателе каждой строки приведены расхождения в значениях изгибающих моментов по отношению к значениям, полученным теоретическим расчетом.

Согласно таблице 1 отличия значений моментов, рассчитанных теоретически и с помощью моделирования по отечественным нормам [1], варьируются от 1,0 до 10,8%, в то время как рассчитанные с помощью моделирования по СП [5] от 3,2 до 53,6%.

В отечественных нормах изгибающие моменты для балок перекрытий были рассчитаны по формулам (3), (4), (5) [6] и сведены в таблицу (см. табл. 2):

$$M_{кр} = 0,080 \cdot p \cdot l^2 \quad (3)$$

$$M_{ср} = 0,025 \cdot p \cdot l^2 \quad (4)$$

$$M_{кр,он} = 0,100 \cdot p \cdot l^2 \quad (5)$$

где p - расчетная нагрузка на балку перекрытия, кН/м, l - расчетный пролет балки, м.

Таблица 2

**Значения изгибающих моментов в балках перекрытия при соотношении
сторон плиты $l_d / l_k = 1,0$**

Рассматриваемые моменты	Балки, плит перекрытия, опертых по контуру, рассчитанные теоретически по отечественным нормам [6], без учета работы плиты, кН·м	Балки, плит перекрытия, опертых по контуру, рассчитанные при моделировании по отечественным нормам [6], кН·м	Балки, плит перекрытия, опертых по контуру, рассчитанные при моделировании по СП [5], кН·м
$M_{кр}$	$\frac{164,68}{100,0\%}$	$\frac{164,67}{-0,0\%}$	$\frac{128,16}{-28,5\%}$
$M_{ср}$	$\frac{51,46}{100,0\%}$	$\frac{51,46}{-0,0\%}$	$\frac{72,96}{+41,8\%}$
$M_{кр,оп}$	$\frac{205,85}{100,0\%}$	$\frac{205,84}{-0,0\%}$	$\frac{233,70}{+13,5\%}$

Примечание: в знаменателе каждой строки приведены расхождения в значениях изгибающих моментов по отношению к значениям, полученным теоретическим расчетом.

Согласно таблице 2 отличия значений моментов, рассчитанных теоретически и с помощью моделирования по отечественным нормам [6], незначительные, в то время как рассчитанные с помощью моделирования по СП [5] от 13,5 до 41,8%.

В отечественных нормах значения прогиба в центре для плит, опертых по контуру, были рассчитаны по формуле (6) [1, 2] и сведены в таблицу (см. табл. 3):

$$f_0 = \varphi \cdot \frac{P \cdot l^4}{D} = \varphi \cdot \frac{P \cdot l^4}{\frac{E_b \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \mu^2)}} \quad (6)$$

где $P = q \cdot l_k \cdot l_d$ – нагрузка на плиту, опертую по контуру, q – расчетная предельная нагрузка на единицу площади, кН/м², l – расчетный пролет, м, l_k – короткий пролет, м, l_d – длинный пролет, м, E_b – модуль упругости бетона, h – толщина плиты, μ – коэффициент Пуассона (принимается равный нулю), φ – коэффициент для расчета прогиба в центре плиты [1], D – цилиндрическая жесткость изгиба.

Таблица 3

Значения прогибов в плитах перекрытий при соотношении сторон $l_d / l_k = 1,0$

Тип панели и рассматриваемые прогибы	Плиты перекрытия, опертые по контуру, рассчитанные теоретически по отечественным нормам [1], без учета работы балок, мм	Плиты перекрытия, опертые по контуру, рассчитанные при моделировании по отечественным нормам [1], мм	Плиты перекрытия, опертые по контуру, рассчитанные при моделировании по СП [5], мм
Внутренние панели			
Отрицательный прогиб в центре пролета	$\frac{2,51}{100,0\%}$	$\frac{2,32}{-8,2\%}$	$\frac{3,46}{+37,8\%}$
Одна крайняя (шарнирная) опора по короткой стороне			
Отрицательный прогиб в центре пролета	$\frac{3,08}{100,0\%}$	$\frac{3,36}{+9,1\%}$	$\frac{4,57}{+48,4\%}$
Одна крайняя (шарнирная) опора по длинной стороне			
Отрицательный прогиб в центре пролета	$\frac{3,08}{100,0\%}$	$\frac{3,36}{+9,1\%}$	$\frac{4,57}{+48,4\%}$
Две смежных крайних (шарнирных) опоры			
Отрицательный прогиб в центре пролета	$\frac{4,13}{100,0\%}$	$\frac{5,05}{+22,3\%}$	$\frac{6,02}{+45,8\%}$

Примечание: в знаменателе каждой строки приведены расхождения в значениях прогибов по отношению к значениям, полученным теоретическим расчетом.

Согласно таблице 3 отличия значений прогибов, рассчитанных теоретически и с помощью моделирования по отечественным нормам [1], варьируются от 8,2 до 22,3%, в то время как рассчитанные с помощью моделирования по СП [5] от 37,8 до 48,4%.

В результате сравнения напряженно-деформированного состояния плит, опертых по контуру, по результатам теоретических расчетов и при моделировании в программном комплексе SCAD++ можно сделать вывод: при моделировании с учетом требований СП [5], то есть при значении коэффициента Пуассона равным 0,2 значения изгибающих моментов, возникающих в плите перекрытия, различаются на величину 3,2-53,6%; значения изгибающих моментов, возникающих в балках перекрытия, различаются на 13,50-41,8%; величины прогибов различаются на 37,8-48,4%.

Список литературы

1. Улицкий, И. И. Железобетонные конструкции (Расчет и конструирование) / И.И. Улицкий, С.А. Ривкин, М. В. Самолетов, А. А. Дыховичный, М. М. Френкель, В. И. Кретов. Киев, 1958. - С. 527-530.
2. Мандриков, А. П. Примеры расчета железобетонных конструкций / А. П. Мандриков, Г. А. Лебедева, Л. И. Круглова. - Москва, 1979. -С. 479-481.
3. Лукьянов, А. И. Рациональные конструктивные решения перекрытий многоэтажных каркасно-монолитных зданий / А. И. Лукьянов, В. А. Тюфанов, И. П. Чечель, В. В. Кочерженко // Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции «Наука и инновации в строительстве». - Белгород, 2020. - С. 43-50.
4. Whiteley, J. Engineering design of optimized reinforced concrete floor grillages / J. Whiteley, A. Liew, L. He, M. Gilbert // Structures 51. - Sheffield, 2023. - С. 1292-1304.
5. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. - М.: Минстрой России, 2018. - 22 с.
6. Уманский, А. А. Справочник проектировщикам промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений / А. А. Уманский, А. М. Афанасьев, Н. И. Вайсфельд, И. В. Киселева, А. И. Коданев, М. В. Малышев, В. А. Марьин, М. С. Рудоминер, М. Н. Шрайбер. - Москва, 1960. - С. 392-398.

List of references

1. Ulitsky, I. N. Prize winner. Reinforced concrete structures (Calculation and construction) / I. N. Winner of the award named after Ulitsky, S. N. A. N. Rivkin, M. N. V. N. Aeroplanes, A. N. A. N. Dykhovichny, M. N. M. N. Frenkel, V. N. Prize winner. Cretov. Kiev, 1958. pp. 527-530.
2. Mandrikov, A. N. In accordance with P. Examples of calculation of reinforced concrete structures / A. N. In accordance with P. Mandrikov, G. N. A. N. Lebedeva, L. N. Prize winner. Kruglova. Moscow, 1979, pp. 479-481.
3. Lukyanov, A. Prize winner. Rational constructive solutions for the floors of multi-storey frame-monolithic buildings / A. Prize winner. Lukyanov, V. A. N. Tyufanov, I. In accordance with P. Chechel, V. V. N. Kocherzhenko // Collection of reports of the IV International Scientific and Practical Conference "Science and Innovation in Construction". Belgorod, 2020. pp. 43-50.
4. Whiteley, J. Engineering design of optimized reinforced concrete floor grillages / J. Whiteley, A. Liew, L. He, M. Gilbert // Structures 51. - Sheffield, 2023. - pp. 1292-1304.
5. SP 63.13330.2018. Concrete and reinforced concrete structures Basic provisions - Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2018. - 22 p.
6. Umansky, A. N. A. N. Handbook for designers of industrial, residential and public buildings and structures / A. N. A. N. Umansky, A. N. M. N. Afanasyev, N. Prize laureate. Weisfeld, I. N. V. N. Kiseleva, A. N. Prize winner. Kodanov, M. N. V. N. Malyshev, V. N. A. N. Maryin, M. N. According to S. N. Rudominer, M. N. N. Schreiber. Moscow, 1960, pp. 392-398.

УДК 69.01

ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Н. А. Понявина, Н. С. Зинченко, Е. А. Минакова, Р. Р. Джуманов

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

Зинченко Никита Сергеевич, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мТПР-241, E-mail: zinchenko.nikita0803@mail.ru

Минакова Екатерина Анатольевна, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бСТР-2311, E-mail: katya.minakova.0400@mail.ru

Джуманов Руслан Ринатович, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), аспирант кафедры организации строительства и управления недвижимостью, E-mail: oseun@yandex.ru

Аннотация: одно из наиболее быстроразвивающихся отраслей строительства является малоэтажное строительство. В современном мире заняли приоритетные места такие задачи как: увеличение скорости возведения объектов, уменьшение затрат и повышение экологической эффективности. В данной отрасли существуют разные технологии, обладающие преимуществами и недостатками, а их сочетание помогает достигать хороших результатов. В статье приведен анализ современных технологий малоэтажного строительства, которые помогают снижать финансовые задержки, оптимизируют сроки возведения и повышают экологическую безопасность. Приведены следующие методы: монолитное, каркасное (дерево и металл), панельное, модульное строительство, а также технология 3D-печати зданий. Проведена оценка преимуществ и недостатков этих способов с учетом сроков реализации, архитектурных возможностей экологических характеристик, стоимости. Сделан вывод о том, что важно развивать отрасли в направлении автоматизации, внедрять инновационные материалы и что выбор технологии зависит от специфики конкретного проекта.

Ключевые слова: малоэтажное строительство, технологии строительства, монолитное, каркасное, панельное, модульное строительство, 3D-печать, автоматизация строительства.

LOW-RISE BUILDING CONSTRUCTION TECHNOLOGIES

N. A. Ponyavina, N. S. Zinchenko, E. A. Minakova, R. R. Jumanov

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

Zinchenko Nikita Sergeevich, Voronezh State Technical University, Master's student gr. mTPR-241, E-mail: zinchenko.nikita0803@mail.ru

Minakova Ekaterina Anatolyevna, Voronezh State Technical University, student gr. bSTR-2311, E-mail katya.minakova.0400@mail.ru

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

Abstract: low-rise construction is one of the fastest-growing construction industries. Increasing the speed of construction, reducing costs, and improving environmental efficiency have become priorities in the modern world. Various technologies, each with its own advantages and disadvantages, exist in this industry, and their combination helps achieve good results. This article analyzes modern low-rise construction technologies that help reduce financial delays, optimize construction timelines, and improve environmental safety. The following methods are discussed: monolithic, frame (wood and metal), panel, modular construction, and 3D printing technology. The advantages and disadvantages of these methods are assessed, taking into account implementation timelines, architectural capabilities, environmental performance, and cost. It is concluded that it is important to develop the industry toward automation and the introduction of innovative materials, and that the choice of technology depends on the specifics of a particular project.

Keywords: low-rise construction, construction technologies, monolithic, frame, panel, modular construction, 3D printing, construction automation.

Малозэтажное строительство играет важную роль в удовлетворении потребностей населения в доступном и комфортном жилье. Выбор технологии возведения малозэтажных зданий является главным фактором, влияющим на стоимость, качество, сроки реализации проекта, долговечность и экологическую безопасность. Это разнообразие позволяет строителям и заказчикам выбирать наиболее подходящий вариант. На сегодняшний день существует много разных технологий, каждая из которых обладает своими преимуществами и недостатками (рис. 1).

Анализ технологий и их характеристик может сильно повысить общую эффективность строительного процесса. Нужно учитывать не только текущие потребности, но и перспективы дальнейшего использования и эксплуатации зданий. Таким образом, грамотный подход к выбору строительной технологии становится основой для создания комфортного, безопасного и устойчивого жилья для населения.

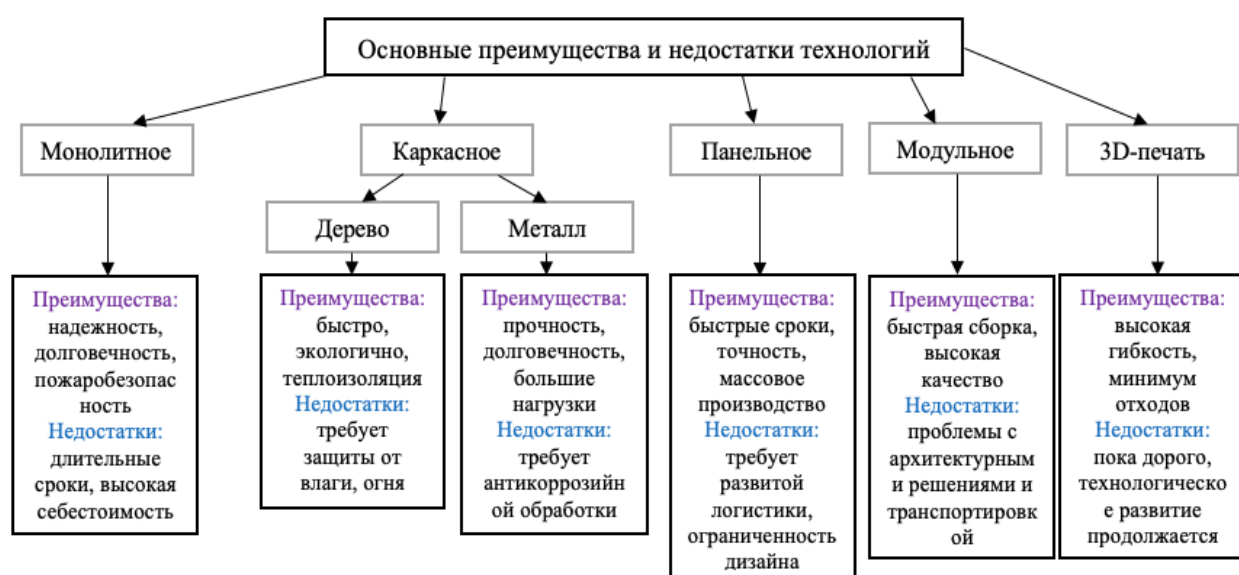


Рис. 1. Преимущества и недостатки технологий возведения малозэтажных зданий

Одним из традиционных технологий возведения малоэтажных зданий является монолитное строительство (рис. 2).



Рис. 2. Монолитное строительство [5]

Особенно подойдет для тех объектов, которые требуют высокой долговечности и надежности (рис. 1). При этом методе предполагается возведение несущих конструкций из армированного бетона, обеспечивая прочность и реализацию сложных архитектурных форм [1]. Эта технология затратна по времени - около 3-4 месяцев, ибо включает в себя подготовку опалубки, армирование, заливку бетона, уход за ним и отделочные работы (рис. 3) [2]. Себестоимость для таких объектов высока из-за большой трудоемкости и необходимости привлечения квалифицированных специалистов [3]. Этот способ дает возможность возводить долговечные и прочные здания с хорошей пожарной безопасностью [4].



Рис. 3. Этапы технологий возведения малоэтажных зданий

Альтернативой трудоемкому монолитному строительству являются каркасные технологии, которые все больше и больше приобретают популярность. Сборка несущего

каркаса из деревянных или металлических элементов – основа этого метода. Деревянные каркасы (рис. 4) имеют высокую скорость возведения - 1-2 недели (табл. 1), хорошие теплоизоляционные свойства и экологическую безопасность [6].



Рис. 4. Здания с деревянным каркасом [8]

Преимуществами являются налаженная технология производства и быстрое возведение (рис. 3), что делает здания привлекательными для небольших городов и дач. Деревянные конструкции затратны на защитные работы и материалы, потому что требуют защиты от гниения, влаги и огня (рис. 1) [7].

Таблица 1

Сравнение технологий строительства

Критерий	Монолитное строительство	Каркасное (дерево)	Каркасное (металл)	Панельное строительство	Модульное строительство	3D-печать зданий
Время возведения	3-4 месяца	1-2 недели	1 месяц	2-3 месяца	2-4 недели	Несколько дн. - нед.
Себестоимость	~8000 руб/м ²	~6000 руб/м ²	~7000 руб/м ²	~5000 руб/м ²	~4000 руб/м ²	~9000 руб/м ²
Энергетическая эффективность	~60 кВт*ч/м ² в год	~70 кВт*ч/м ² в год	~60 кВт*ч/м ² в год	~60 кВт*ч/м ² в год	~80 кВт*ч/м ² в год	~70 кВт*ч/м ² в год
Экологическая безопасность	~40 кг СО ² /м ² в год	~45 кг СО ² /м ² в год	~35 кг СО ² /м ² в год	~25 кг СО ² /м ² в год	~40 кг СО ² /м ² в год	~30 кг СО ² /м ² в год

Примечание: значения присвоены на основе общей информации о технологиях строительства, учитывая: данные из исследований, статей и экспертных оценок о каждой технологии [1, 3, 4, 9].

Металлический каркас (рис. 5) отличается долговечностью, нагрузками и высокой прочностью (рис. 1). Он допускает реализацию сложных архитектурных решений, возведение крупных и массивных зданий [10]. Для этого требуется: сварка, обработка антикоррозийными составами и выполнение технологических требований [11].



Рис. 5. Здания с металлическим каркасом [12]

Еще один из способов ускорить процесс строительства является панельное строительство (рис. 6). Оно заключается в том, что используются заранее изготовленные панели - металлические, деревянные или железобетонные, которые собираются на строительной площадке (рис. 3). Эта технология сильно сокращает сроки - до 2-3 месяцев (табл. 1) - и обеспечивает высокое качество, теплоизоляционные характеристики здания [4].



Рис. 6. Панельное строительство [13]

Следующее развитие готовых элементов - модульное строительство (рис. 7), которое позволяет возводить здания из модулей, произведённых на фабрике (рис. 3). Эта технология занимает небольшие сроки - сборка требует 2-4 недели (табл. 1) - и дает контроль качества, ибо главные этапы проходят при строгом соблюдении стандартов в условиях цеха. Модули могут быть очень разными по дизайну, функциональному наполнению, планировке, что позволяет реализовать индивидуальные проекты с большой скоростью. Есть и ограничения:

значительные затраты на транспортировку и монтаж, не всякая идея легко реализуема с помощью модулей [4].



Рис. 7. Модульное строительство [14]

И также нужно сказать о технологии 3D-печати зданий (рис. 8), которая на данный момент активно развивается и уже демонстрирует положительный потенциал. Роботизированные принтеры позволяют минимизировать отходы строительных материалов, использовать экологичные составы, создавать сложные формы. Технология еще не используется массово, но уже демонстрирует высокую точность изготовления и возможность индивидуализации проектов. В скором времени она может стать революционной для строительства, позволяя быстро возводить небольшие жилые и коммерческие здания с маленькими затратами [16].



Рис. 8. 3D-печать в строительстве [15]

На данный момент, технология 3D-печати зданий самая дорогостоящая по сравнению с другими методами строительства (рис. 9) [3].

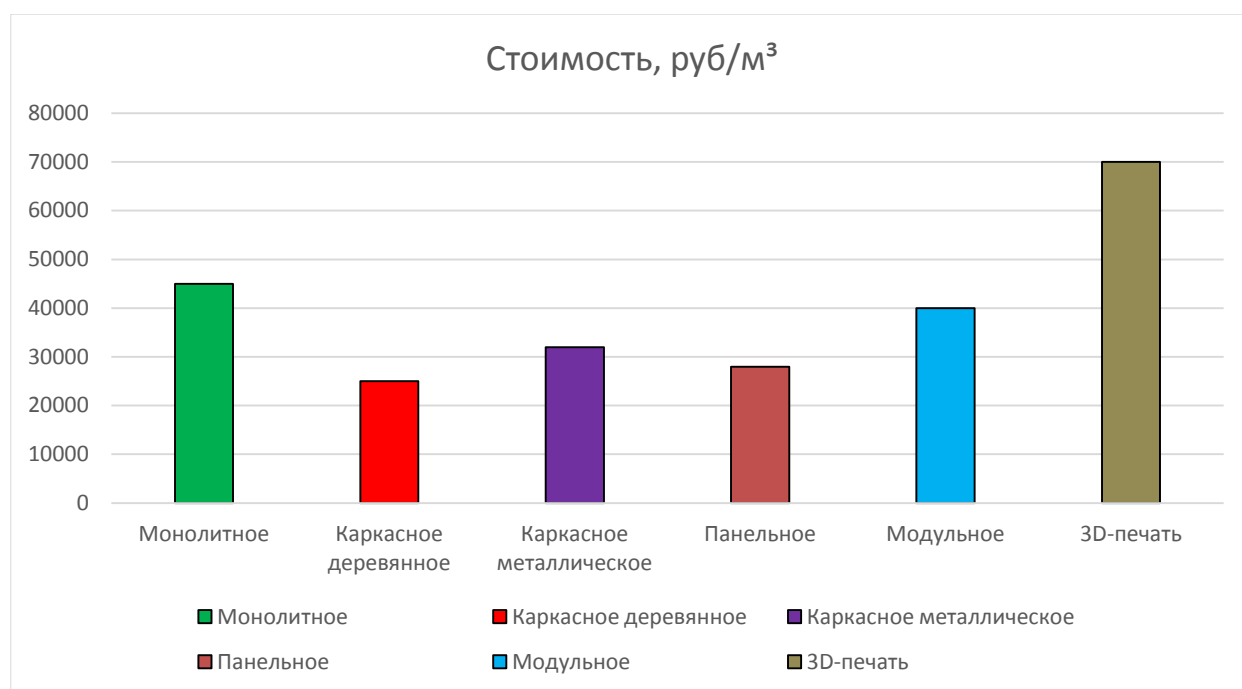


Рис. 9. Сравнительные показатели технологий по стоимости

На перспективу развития отрасли ожидается, что конкуренция усилится благодаря новым материалам, технологиям и методам реализации проектов. Появятся роботы-строители, более автоматизированные фабрики, умные системы управления процессом, а также системы автоматизированного контроля качества. Развитие этих направлений снизит сроки строительства и себестоимость, повысит экологическую безопасность и устойчивость зданий [17, 18].

Подводя итог, можно сказать, что выбор строительной технологии малоэтажных зданий – это компромисс между стоимостью, долговечностью, скоростью возведения, архитектурной выразительностью и экологической безопасностью. Монолитное строительство, несмотря на долговечность и возможность реализации сложных форм, является дорогостоящим и трудоемким. Каркасные технологии предлагают более экономичное и быстрое решение, но требуют защиту от внешних факторов. Панельное и модульное строительство позволяют контролировать качество на этапе производства и хорошо сократить сроки возведения, но могут требовать дополнительных затрат на монтаж и транспортировку и иметь ограничения по архитектурным решениям. Технология 3D-печати, находящаяся на стадии быстрого развития, показывает потенциал для индивидуализации и ускорения строительства, но пока является самой дорогостоящей. В перспективе, роботизация и автоматизация строительных процессов, а также разработка новых материалов и технологий, способны повысить экологичность, эффективность и экономичность малоэтажного строительства, создавая более доступное и устойчивое жилье.

Список литературы

1. Асаул, А. Н. Теория и практика малоэтажного жилищного строительства в России / А. Н. Асаул, Ю. Н. Казаков, Н. И. Пасяда, И. В. Денисова // Под ред. д.э.н., проф. А.Н. Асаула. - СПб.: «Гуманистика», - 2005. - 563с.
2. Романов, В. А. Фундаменты и основания в малоэтажном строительстве: рекомендации по проектированию / В. А. Романов. - Москва: Инфра-М, 2012. - 271 с.
3. Понявина, Н. А. Инновационные особенности технологии возведения монолитных конструкций по технологии Dincel Construction System / Н. А. Понявина, А. Ю.

Ширимов, А. И. Казарцева, А. В. Мищенко // Строительство и недвижимость. - 2019. - № 1 (4). - С. 155-163.

4. Маркова, О. К. Архитектура малоэтажных жилых домов с использованием возобновляемых источников энергии: учебное пособие по проектированию/ О. К. Маркова // М: Полиграфия МАРХИ, - 2014.- 63с.

5. Пример монолитного строительства [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://m-strana.ru/articles/osobennosti-stroitelstva-monolitnykh-domov/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 23.11.2025).

6. Понявина, Н. А. Пассивный дом - технологии будущего / Н. А. Понявина, Д. В. Пойманова, Н. А. Болтунова // В сборнике: Строительство и недвижимость: экспертиза и оценка. Материалы 10-й международной конференции. под общей редакцией С.В. Захарова, И. Кратены. - 2012. - С. 214-222.

7. ГОСТ 32141-2014. Материалы и изделия для малоэтажного жилищного строительства. Общие технические условия. - Введ. 2016-01-01. - М.: Стандартинформ, 2015. - IV, 45 с.

8. Пример каркасного деревянного строительства [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://plotnik-i-dom.ru/stroim-derevyannye-doma/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 23.11.2025).

9. Экологическая безопасность в строительстве: справочное пособие / НИИ Строительной Физики РААСН. – Москва: Стройиздат, 2018. - 415 с.

10. Современные технологии быстровозводимого строительства: монография / под ред. А. В.Петрова; Российская академия архитектуры и строительных наук (РААСН). - Санкт-Петербург: Питер, 2023. - 300с.

11. СП 30-102-99. Проектирование жилых зданий и сооружений. Малоэтажное строительство. - Введ. 2000-01-01. - М.: Госстрой России, 1999. 41 с.

12. Пример каркасного металлического строительства [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.domasv.ru/catalog/karkasnye-doma/metallokarkas/> (дата обращения: 23.11.2025).

13. Пример панельного строительства [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://poselki1.ru/kottedzhnye-poselki/razmetelevo/panelnye-doma-po-finskoj-tehnologii/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 23.11.2025).

14. Пример модульного строительства [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://ggstroymarket.ru/stati/tehnologii-stroitelstva-modelnyh-domov/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 23.11.2025).

15. Пример применения 3D-печати в строительстве [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://rg.ru/2022/01/11/minstroj-opredelit-kakie-zdaniia-luchshe-ne-stroit-a-peschatat.html/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 23.11.2025).

16. Современные методы малоэтажного строительства (модульная, панельная и 3D печать): методические рекомендации / ВНИИ (или НИИ) строительных материалов. - Москва: НИИ строительных материалов, 2018. - 87 с.

17. Понявина, Н. А., Инновационные тенденции развития строительного производства / Н. А. Понявина, Ю. В. Зубарева, А. В. Мищенко // В сборнике: Строительство и недвижимость: экспертиза и оценка. Материалы 15-й международной конференции. под общей редакцией С.В. Захарова, И. Кратены. - 2017. - С. 188-192

18. Иванов, П. С., Перспективы развития малоэтажного строительства: новые технологии и материалы / П. С. Иванов, А. А Петров // Строительные материалы и технологии XXI века. – 2023. – № 3. – С. 45-52.

List of references

1. Asaul, A. N. Theory and practice of low-rise housing construction in Russia / A. N. Asaul, Yu. N. Kazakov, N. I. Pasyada, I. V. Denisova // Edited by Doctor of Economics, Professor A.N. Asaula. Saint Petersburg: Humanistics, 2005. 563 p.
2. Romanov, V. A. Foundations and foundations in low-rise construction: design recommendations / V. A. Romanov. Moscow: Infra-M, 2012. 271 p.
3. Ponyavina, N. A. Innovative features of technology for the construction of monolithic structures using the Dincel Construction System technology / N. A. Ponyavina, A. Y. Shirimov, A. I. Kazartseva, A.V. Mishchenko // Construction and real estate. - 2019. - № 1 (4). - Pp. 155-163.
4. Markova, O. K. Architecture of low-rise residential buildings using renewable energy sources: a textbook on design/ O. K. Markova // Moscow: Polygrafiya MARKHI, - 2014.- 63s.
5. Example of monolithic construction [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://m-strana.ru/articles/osobennosti-stroitelstva-monolitnykh-domov/>, Title. From the screen. – In Russian (accessed: 11/23/2025).
6. Ponyavina, N. A. Passive house - technologies of the future / N. A. Ponyavina, D. V. Poymanova, N. A. Boltunova // In the collection: Construction and real estate: expertise and assessment. Proceedings of the 10th International Conference. under the general editorship of S.V. Zakharov, I. Krateny. - 2012. - pp. 214-222.
7. GOST 32141-2014. Materials and products for low-rise housing construction. General technical conditions. - Introduction. 2016-01-01. Moscow: Standartinform, 2015. IV, 45 p.
8. An example of frame wooden construction [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://plotnik-i-dom.ru/stroim-derevyannye-doma/>, Title. From the screen. – Yaz. rus. (date of reference: 11/23/2025).
9. Environmental safety in construction: a reference manual / Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Sciences. – Moscow: Stroyizdat, 2018. - 415 p.
10. Modern technologies of prefabricated construction: a monograph / ed. by A.V.Petrov; Russian Academy of Architecture and Building Sciences (RAASN). - St. Petersburg: Peter, 2023. - 300s.
11. SP 30-102-99. Design of residential buildings and structures. Low-rise construction. - Introduction. 2000-01-01. Moscow: Gosstroy of Russia, 1999. 41 p.
12. An example of frame metal construction [Electronic resource]. - URL: <https://www.domasv.ru/catalog/karkasnye-doma/metallokarkas/> (date of access: 11/23/2025).
13. Example of panel construction [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://poselki1.ru/kottedzhnye-poselki/razmetelevo/panelnye-doma-po-finskoi-tehnologii/>, Title. From the screen. – Yaz. rus. (date of access: 11/23/2025).
14. Example of modular construction [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://ggstroymarket.ru/stati/tekhnologii-stroitelstva-modelnyh-domov/>, Title. From the screen. – In Russian (accessed: 11/23/2025).
15. An example of the use of 3D printing in construction [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://rg.ru/2022/01/11/minstroj-opredelit-kakie-zdaniia-luchshe-ne-stroit-a-pechatat.html> /, Title. From the screen. – Yaz. rus. (date of reference: 11/23/2025).
16. Modern methods of low-rise construction (modular, panel and 3D printing): methodological recommendations / VNII (or Research Institute) of Building Materials. Moscow: Research Institute of Building Materials, 2018. 87 p.
17. Ponyavina, N. A., Innovative trends in the development of construction production / N. A. Ponyavina, Yu. V. Zubareva, A.V. Mishchenko // In the collection: Construction and real estate: expertise and assessment. Proceedings of the 15th International Conference. under the general editorship of S.V. Zakharov, I. Krateny. - 2017. pp. 188-192

18. Ivanov, P. S., Prospects for the development of low-rise construction: new technologies and materials / P. S. Ivanov, A. A. Petrov // Building materials and technologies of the XXI century. - 2023. – No. 3. – pp. 45-52.

УДК 658.5: 624

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Ю. Д. Сергеев, Р. Ю. Мясичев, А. А. Целикин, А. Ю. Сергеева

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

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

Целикин Андрей Алексеевич, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бГСХ-221, E-mail: tselikin@inbox.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: одним в числе важнейших факторов, гарантирующий надежность стройобъекта, является обследование его технического состояния при техосмотрах, как плановых, так и внеочередных в фокусе строительно-технической экспертизы. В данной статье представлены основные принципы и этапы разработки программы обследования при проведении строительно - технической экспертизы. Современная строительная практика предполагает заблаговременное проведение экспертиз технического состояния объектов, особенно при условии старения жилого фонда и роста количества самопроизвольных перепланировок. В связи с этим очевидна важность грамотно составленной программы обследования. Она гарантирует эффективность, прозрачность и правовую защищенность последующих выводов специалиста. По сути, программа - это основа для системного и объективного исследования состояния строительных конструкций. Она сама объединяет правила выполнения обследования, выбирает рациональные методы, обоснованные объемы работ. В нее входят: сбор и анализ исходной документации, формирование гипотез об установлении причин недостатков, планирование конгломерата методик обследования, структурирование результатов исследования, изложение заключения, отзыва и квалифицированных рекомендаций.

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

INSTRUMENTAL CONTROL OF THE TECHNICAL CONDITION OF BUILDINGS DURING THE PRODUCTION OF CONSTRUCTION AND TECHNICAL EXPERTISE

Yu. D. Sergeev, R. Yu. Myasishchev, A. V. Tselikin, A. Yu. Sergeeva

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

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

Tselikin Andrey Alekseevich, Voronezh State Technical University, student gr. bGSH-221, E-mail: tselikin@inbox.ru

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

Annotation: one of the most important factors guaranteeing the reliability of a construction facility is the inspection of its technical condition during technical inspections, both planned and extraordinary, with the focus of construction and technical expertise. This article presents the basic principles and stages of the development of the survey program during the construction and technical expertise. Modern construction practice involves conducting early examinations of the technical condition of facilities, especially given the aging of the housing stock and the increasing number of spontaneous alterations. In this regard, the importance of a well-designed survey program is obvious. It guarantees the effectiveness, transparency and legal protection of the specialist's subsequent conclusions. In fact, the program is the basis for a systematic and objective study of the condition of building structures. She herself combines the rules for performing the survey, chooses rational methods, reasonable amounts of work. It includes: the collection and analysis of initial documentation, the formation of hypotheses about the identification of the causes of deficiencies, the planning of a conglomerate of survey methods, the structuring of research results, the presentation of conclusions, feedback and qualified recommendations.

Key words: construction and technical expertise, deformation, reliability, risks, materials, defects.

Инструментальный контроль технического состояния зданий является важным элементом обеспечения безопасности. В него входит проведение внеочередных и плановых осмотров с помощью специального оборудования для оценки состояния строительных объектов. Это нужно для выявления повреждений и нарушений, которые в последствии могут угрожать безопасности людей при эксплуатации здания [1]. По сути, программа обследования - это основа для системного и объективного исследования состояния строительных конструкций. Она сама объединяет правила выполнения обследования, выбирает рациональные методы, обоснованные объемы работ. В нее входят:

- сбор и анализ исходной документации;
- формирование гипотез об установлении причин недостатков;
- проектирование комплекса обследовательских мероприятий;
- систематизация полученных данных;
- формулирование заключений и рекомендаций [2].

В процессе обследования осуществляется:

1. Визуальный контроль. Первый этап, работающий по принципу быстроты и получения явных результатов: трещины, коррозии, течи влаги, отслаивания и т. д.

2. Инструментальные методы. Выполняются с использованием технических средств: нивелир, теодолит, дефектоскоп, склерометр, ультразвуковых толщиномеров и т. д.

3. Лабораторные испытания. Включают в себя анализы образцов материалов (бетон, раствор, металл) на прочность, влажность, плотность, содержание коррозионных примесей и т.д.

4. Геодезические и измерительные работы. Подготовленные ходы и тетивы определяют пространственные отклонения, осадки, крены, деформации, вызванные течением времени. Следует развернутый обзор особо опасных объектов для жизни.

5. Тепловизионная диагностика. Используется для определения скрытых дефектов утепления, протечек, мест теплопотерь [3].

Инструментальный контроль технического состояния зданий - это синтез проверочно-оценочного набора мероприятий, производимых посредством использования диагностирующих приспособлений, неинвазивных и деструкционных методов мониторинга [4]. Визуальное обследование, фиксирующее исключительно наглядные дефекты, отличается от обследования инструментального тем, что инструментальное диагностирование находит завуалированные повреждения, нарушения в функционировании материалов, расхождение в геометрии, а также другие несоответствующие нормам наиважнейшие параметры, которые не вполне доступны при визуальном осмотре. Виды обследования стройобъекта показаны на рисунке 1. Программа обследования должна соответствовать действующим техническим и правовым нормативам. Инструментальный контроль технического состояния зданий регулируется нормативными документами.

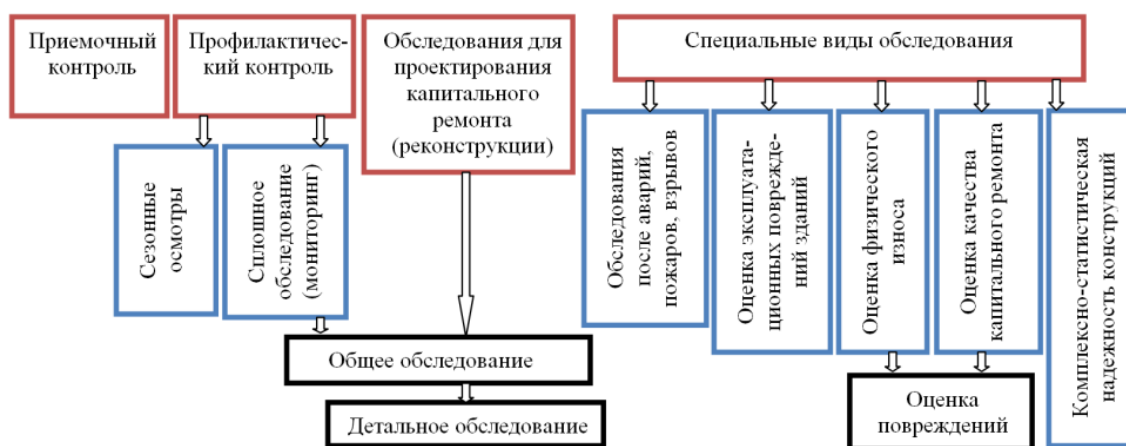


Рис. 1. Виды обследования зданий

Плановые осмотры происходят в соответствии с установленным графиком, который отличается в зависимости от здания (рис. 2) [5, 6]. Осмотр - это систематическое наблюдение за положением и качеством конструкций, а также систем инженерии. Также осмотр помогает выявить потенциальные проблемы стройобъекта на ранних стадиях [7].



Рис. 2. Этапы планового осмотра

Подготовка к осмотру включает несколько этапов. Изначально происходит сбор и анализ исторических данных о здании (планы, чертежи, результаты предыдущих осмотров). Затем - подготовка нужных инструментов для проведения осмотра и проводится предварительный визуальный осмотр, то есть выполняется осмотр здания на внешние дефекты, осмотр инженерных систем. Затем осуществляют инструментальный контроль, в котором используются: ультразвуковые сканеры, эндоскопы, лазерные уровни, твердомеры, термографы. Также осматриваются инженерные системы: системы водоснабжения и канализации, идет проверка на предмет утечек, засорений и коррозии труб, а также систем отопления и вентиляции. Исполняется проверка электроснабжения, проверка на предмет эффективности работы систем освещения, кондиционирования и других энергосберегающих технологий.

Происходит сбор и анализ данных. Сравнивается состояние здания по сравнению с документами и требованиями, выявление и оценка потенциальных проблем.

После проведения обследования формируется заключение – составляется отчет о состоянии объекта, выдается заключение о том, соответствует здание установленным требованиям или нет. Подготавливаются мероприятия для устранения дефектов, найденных с помощью осмотра (рис. 3).

АКТ технического осмотра здания МБОУ СОШ №2 МО Усть-Лабинский район ст. Некрасовская ул. Советская, 8			
«12» апреля 2013 года Ст. Некрасовская			
Комиссия в составе: Председатель Данилова Е.Н. зам. директора по АХЧ			
Члены комиссии: Гуляева Т.М. зам. директора по УВР Кобазева И.В., председатель ПК Федоров С.С., учитель технологии Тимофеев В.А., учитель физической культуры			
Результаты осмотра строительных конструкций и инженерного оборудования строений			
№ п/п	Наименование конструкций, оборудования и элементов благоустройства	Оценка состояния или краткое описание дефектов	Решение о принятии мер
1.	Цоколь	удовлетворительно	Побелка цементом
2.	Стены и перегородки – кирпичные наружные		
3.	Стены и перегородки – кирпичные внутренние	удовлетворительно	Покраска вододисперсионной краской
4.	крыша	Требуется капитальный ремонт	
5.	полы	удовлетворительно	Частичная замена
6.	Оконные и дверные проемы	Требуется замены	Двери 100% окна 70%
7.	отопление	удовлетворительно	
8.	канализация	Требуется замены	
9.	Холодное водоснабжение	удовлетворительно	
10.	Горячее водоснабжение	отсутствует	Электрические нагреватели
11.	Санитарно-технические приборы	удовлетворительно	
12.	Электрика	Требуется капитального ремонта	
13.	Вентиляция	Требуется замены	
14.	телефон	удовлетворительно	
15.	Охранно-пожарная сеть: Пожарная сигнализация Видеонаблюдение Аварийное освещение отсутствует Прямой выход на 01	Хорошо Отсутствует Один номер в сотовом телефоне.	
16.	Чердачное помещение	удовлетворительно	
Председатель Данилова Е.Н. зам. директора по АХЧ Члены комиссии: Гуляева Т.М. зам. директора по УВР Кобазева И.В., председатель ПК Федоров С.С., учитель технологии Тимофеев В.А., учитель физической культуры			

Рис. 3. Акт обследования здания

Внеочередные осмотры проводятся в случае возникновения аварийных и нештатных ситуаций, которые могут повлиять на безопасность эксплуатации объекта.

Причины для проведения внеочередного осмотра: повреждения конструкций, выявленных в ходе плановых осмотров или сильные воздействия (аварии, взрывы, землетрясения), обнаружение дефектов инженерных систем – утечки газа, неисправности в инженерных системах, а также профилактические мероприятия после чрезвычайных ситуаций.

Этапы внеочередного осмотра: подготовка к осмотру. Координация плана действий с ответственными лицами, определение важных областей для осмотра [8].

Визуальный осмотр. Осмотр на наличие видимых факторов, проверка кровли, дверных проемов, фасадов, осмотр на утечки и повреждения инженерных систем.

Затем проводится инструментальный контроль: ультразвуковые сканеры для выявления скрытых повреждений или трещин, твердомеры для узнавания точных характеристик прочности материалов. Также используются термографы для точного определения теплового потока (рис. 4).

В заключении проверяются инженерные системы. Системы канализации и водоснабжения, проверка на наличие утечек, коррозии. Системы отопления и вентиляции. Проверка работы элементов электросети, систем энергосберегающих технологий.

Впоследствии результаты анализируются. Сравнивают состояние с нормативными документами, выявляют и оценивают потенциальные проблемы. Формируется заключение. Составляют отчет с описанием дефектов и составляют план мероприятий для устранения выявленных дефектов.



Рис. 4. Замер расхода воздуха системы вентиляции и мониторинг тепловых потерь

Современные технологии, такие как BIM (Building Information Modeling), IoT (Internet of Things) и дистанционное обследование, значительно упрощают процесс инструментального контроля. Эти технологии позволяют: улучшить точность и скорость проведения осмотров, снизить риски, давать более детальное представление о состоянии здания. С развитием технологий BIM создается возможность автоматизированной генерации программы обследования объекта по полученной цифровой модели здания [9].

Инструментальный контроль технического состояния зданий служит сверхценнейшим инструментарием контроллинга и координации в фокусе строительно-технической экспертизы, что способствует в сочетании со сверхэффективным диагностированием техсостояния стройобъекта, сформировать юрисдикционные итоги.

Список литературы

1. 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.
2. Сергеева, А. Ю. Исследование признаков аварийного состояния несущих конструкций зданий и сооружений / А. Ю. Сергеева, Ю. В. Мясичев, Р. Ю. Мясичев, Ю. Д. Сергеев // Сборник научных статей по материалам научно-практической конференции Современные тенденции строительства и эксплуатации объектов недвижимости. - 2017. - С. 218-223.
3. Сергеева, А. Ю. Оценка близости системы к кризисному состоянию / А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, С. Е. Крупенко // Научно-практический журнал Экономика и менеджмент систем управления. - 2014. - №2.1 (12). - С. 215-218.
4. Мясичев, Ю. В. 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.
5. 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.
6. 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.

7. 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.

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

List of references

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

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

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

4. Myasishchev, Yu. V. 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.

5. 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.

6. 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.

7. 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.

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. 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

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СТАЛИ В СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ

Ю. Д. Сергеев, М. Г. Хомяков, И. В. Попов, Д. В. Гниламедова

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

Хомяков Максим Сергеевич, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бТВ-221, E-mail: homyakov301501got@gmail.com

Попов Иван Валерьевич, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бТВ-221, E-mail: wam123456@mail.ru

Гниламедова Дарья Вячеславовна, Воронежский государственный технический университет, студент гр. бГСХ-221, E-mail: gnilamedovadara@gmail.com

Аннотация: произведенные из конструкционного материала, такого как сталь, высокотехнологичные строительные конструкции реализовывают требования к возводимому стройобъекту в гарантировании его капитальности, долговечности и износостойкости. Но в то же время нельзя не отметить, что во время эксплуатации стройконструкции, изготовленные из стали, вынуждены претерпевать высокоагрессивное воздействие природной среды, многочисленные разноплановые нагрузки, предположительные дефекты при возведении стройобъекта. В результате чего строительно-техническая экспертиза, которая направлена на отслеживание надежности стройконструкции, обретает экстраординарную значимость. Любая экспертиза начинается с документального анализа, который позволяет определить релевантность фактического состояния стройконструкции из стали нормативным критериям проекта. Проводимое исследование необыкновенно важно, когда проводится мониторинг вновь возводимых стройобъектов. Всегда надлежит проводить диагностику на соответствие материала, который поставили, с сертификатами данных конструкций. Когда обследуются стройобъекты довольно старой постройки, важен визуальный анализ. Строительно-техническая экспертиза по исследованию прочности стройконструкций, которые произведены из стали, предполагает многоаспектную направленность, которая совмещает разнообразные методы анализа.

Ключевые слова: строительно-техническая экспертиза, надежность, прочность, материалы из стали, дефекты.

ANALYSIS OF THE APPLICATION OF STEEL QUALITY ASSESSMENT METHODS IN CONSTRUCTION AND TECHNICAL EXPERTISE

Yu. D. Sergeev, M. G. Khomyakov, I. V. Popov, D. V. Gnilamedova

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

Khomyakov Maxim Sergeevich, Voronezh State Technical University, student of bTV-221, E-mail: homyakov301501got@gmail.com

Popov Ivan Valerievich, *Voronezh State Technical University, student gr. bTV-221, E-mail: wam123456@mail.ru*

Gnilamedova Darya Vyacheslavovna, *Voronezh State Technical University, student gr. bGSH-221, E-mail: gnilamedovadara@gmail.com*

Annotation: made of structural materials such as steel, high-tech building structures fulfill the requirements for the construction facility under construction to ensure its capital, durability and wear resistance. But at the same time, it should be noted that during operation, construction structures made of steel are forced to undergo highly aggressive environmental influences, numerous diverse loads, and suspected defects during the construction of the construction site. As a result, the construction and technical expertise, which is aimed at monitoring the reliability of the construction structure, acquires extraordinary importance. Any examination begins with a documentary analysis, which makes it possible to determine the relevance of the actual condition of the steel construction structure to the normative criteria of the project. The ongoing research is extremely important when monitoring newly constructed construction sites. It is always necessary to diagnose the conformity of the supplied material with the certificates of these structures. When construction sites of fairly old construction are being surveyed, visual analysis is important. Construction and technical expertise in the study of the strength of building structures made of steel assumes a multidimensional focus that combines a variety of analysis methods.

Key words: construction and technical expertise, reliability, durability, steel materials, defects.

Для того чтобы стройобъект гарантировал надежность, устойчивость и прочность, очень значимо идентифицировать качество стали в стройконструкциях [1, 2]. Исследование прочности стали обеспечивает возможность отворотить вероятные аварийные ситуации и пролонгировать долговечность данных конструкций. Вне зависимости от значимости диагностирования качества стали, этот процесс координирован с рядом технологических и методологических сложностей, для преодоления которых требуется специальное оборудование и особая методология.

Исходным моментом экспертизы выступает освидетельствование документации. Проверка сертификатов качества обхватывает анализ документов, предоставленных производителем, стали, включая сертификаты соответствия, паспорта качества и протоколы испытаний. Это позволяет убедиться в том, что сталь соответствует заявленным характеристикам. Анализ проектной документации содержит в себе изучение проектной документации для определения требований к марке стали, её механическим и химическим свойствам, а также к условиям эксплуатации. Обязательно требуется сравнение документации с фактическими данными: проверка соответствия марки стали, указанной в документах, реально используемому материалу [3, 4]. Это включает проверку маркировки на изделиях и сравнение её с данными из сертификатов.

Реализуется визуальный осмотр. Проводится тщательный осмотр поверхности стали для выявления видимых дефектов, таких как трещины, коррозия, сколы, деформации, следы механических повреждений (рис. 1).



Рис. 1. Систематизация вероятных дефектов

Не считая этого, неукоснительно совершается проверка сварных швов: если стальные элементы соединены сваркой, оценивается качество швов. Проверяется наличие пор, трещин, непроваров, подрезов и других дефектов (рис. 2) и оценка состояния защитных покрытий. Если сталь имеет защитное покрытие (например, цинковое или лакокрасочное), проверяется его целостность и адгезия к поверхности [5, 6].

Дефекты сварных швов			
наименование	причина	наименование	причина
НЕСПЛАВЛЕНИЯ 	<ul style="list-style-type: none"> - Плохая зачистка кромок - Большая длина дуги - Недостаточный сварочный ток - Большая скорость сварки 	НЕРАВНОМЕРНАЯ ФОРМА ШВА 	<ul style="list-style-type: none"> - Неустойчивый режим сварки - Неточное направление электрода
НАПЛИВ 	<ul style="list-style-type: none"> - Большой сварочный ток - Неправильный наклон электрода - Излишне длинная дуга 	ТРЕЩИНЫ 	<ul style="list-style-type: none"> - Резкое охлаждение конструкции - Высокие напряжения в жестко закрепленных конструкциях - Повышенное содержание серы или фосфора
СВИЩИ 	<ul style="list-style-type: none"> - Низкая пластичность металла шва - Образование закалочных структур - Напряжение от неравномерного нагрева 	ПЕРЕГРЕВ (ПЕРЕЖОГ) МЕТАЛЛА 	<ul style="list-style-type: none"> - Чрезмерный нагрев околошовной зоны - Неправильный выбор тепловой мощности - Завышенные значения мощности пламени или сварочного тока

Рис. 2. Возможные дефекты сварных швов

Механические свойства стали определяются с помощью лабораторных испытаний, которые включают испытание на растягивание. Данное испытание проводится для определения максимума прочности, предела текучести и относительного удлинения [7, 8, 9]. Эти параметры позволяют оценить способность стали выдерживать нагрузки без разрушения (рис. 3).

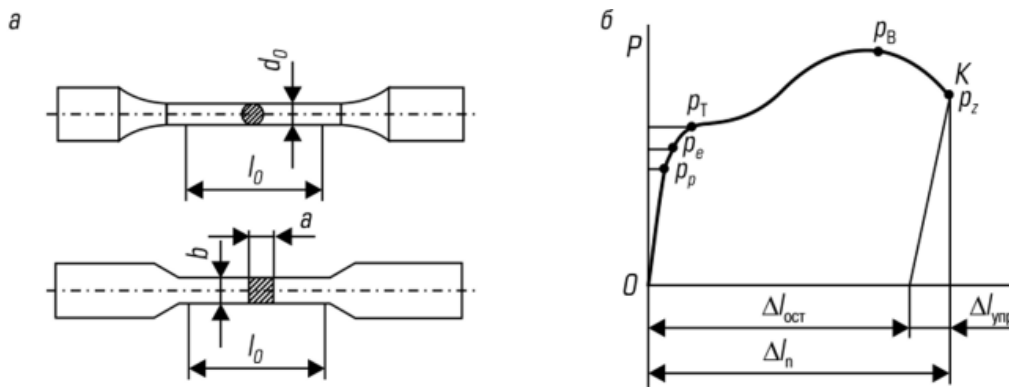


Рис. 3. Испытание стали на растягивание

Механические свойства стали определяются с помощью испытаний на твердость. Испытание на твердость проводится методами Бринелля, Роквелла или Виккерса (рис. 4). Твердость стали напрямую связана с её прочностью и износостойкостью.

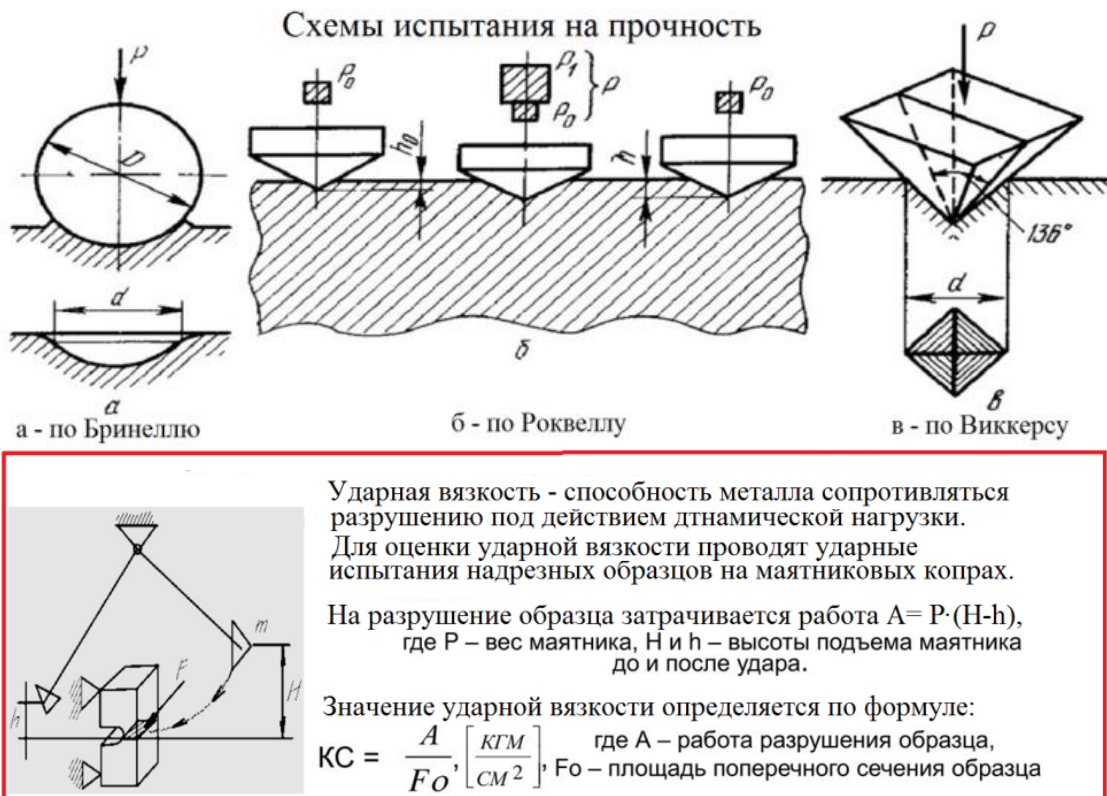


Рис. 4. Испытание стали методами Бринелля, Роквелла, Виккерса

Испытание на изгиб: проводится для оценки пластичности стали и её способности деформироваться без разрушения (рис. 5) [10, 11].

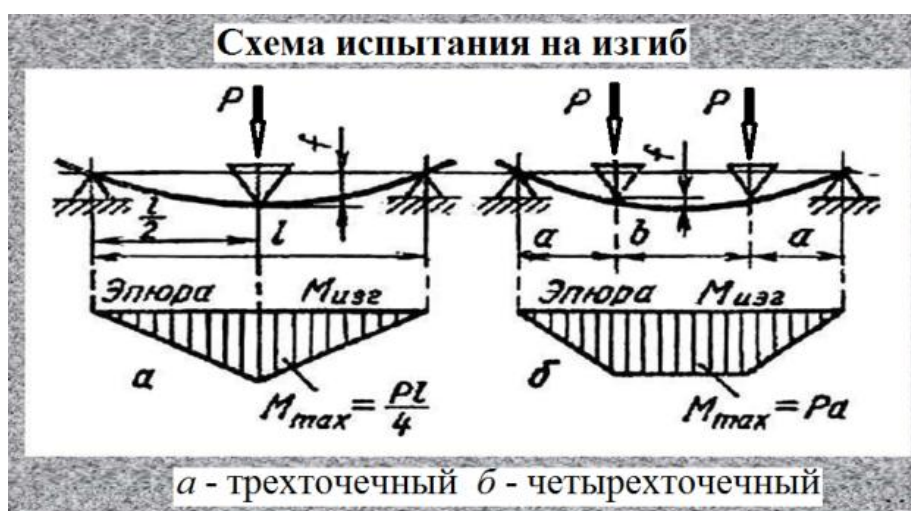


Рис. 5. Испытание стали на изгиб

Определение химического состава проводится с использованием специального анализа или других научных методов. Оценивается содержание углерода, металлов (марганец, кремний, хром, никель и др.) и вредных примесей (сера, фосфор). Осуществляется проверка соответствия химического состава стали требованиям ГОСТ и других стандартов. Например, содержание серы и фосфора должно быть минимальным, так как эти элементы снижают пластичность и ударную вязкость стали.

Металлографический анализ предполагает исследование микроструктуры которая проводится под микроскопом для выявления дефектов структуры, таких как крупнозернистость, включения, трещины, а также для оценки размера и формы зёрен. Если сталь подвергалась термической обработке (закалка, отпуск, нормализация), проверяется её качество и равномерность.

Неразрушающий контроль (НК) показан в таблице 1.

Таблица 1

Методы и их применение

Метод НК	Где применяется	Преимущества	Ограничения
Ультразвуковой	Сварные швы, толстостенные элементы	Высокая точность, глубина контроля	Требуется контакт, сложность интерпретации
Магнитопорошковый	Поверхностные дефекты	Быстрота, наглядность	Только для ферромагнитных сталей
Радиографический	Ответственные сварные соединения	Объективная фиксация дефектов	Радиационная опасность, дороговизна
Капиллярный	Поверхностные трещины	Простота, дешевизна	Только поверхностные дефекты

Получаемые итоги соизмеряются с критериями нормативно-правовых первоисточников.

На основании проведённых исследований составляется экспертное заключение, в котором указываются: соответствие стали заявленным характеристикам, наличие или отсутствие дефектов и рекомендации по дальнейшей эксплуатации, ремонту или замене элементов конструкции.

Дополнительные аспекты обследования включают несколько дополнительных условий, таких как: оценка условий эксплуатации, где учитываются факторы, такие как

температурные перепады, влажность, механические нагрузки, вибрации, проверка монтажных соединений, то есть оценка качества болтовых или сварных соединений. Исторический анализ включает в себя изучение истории эксплуатации конструкции (если это реконструкция или обследование старого объекта), а экономическая оценка включает себя анализ затрат на ремонт или замену элементов конструкции [12, 13].

Качество стали напрямую влияет на прочность и устойчивость конструкций, безопасность эксплуатации зданий и сооружений, долговечность и экономическую эффективность строительных объектов.

Точность оценки качества стали можно значительно повысить за счет:

- современных методов анализа (спектрометрия, томография, AI);
- автоматизации и цифровизации (IoT, Digital Twins, машинное обучение);
- жесткого контроля процессов (SPC, стандартизация);
- квалифицированного персонала и оптимизации технологии.

Внедрение этих мер позволит снизить брак, повысить надежность продукции и соответствие международным стандартам.

Таким образом, определение качества стали при строительно-технической экспертизе - это комплексный процесс, требующий применения современных методов контроля и строгого соблюдения нормативных требований. Только полный анализ позволяет гарантировать надёжность и безопасность строительных конструкций.

Список литературы

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Сергеева, А. Ю. Оценка близости системы к кризисному состоянию / А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, С. Е. Крупенко // Научно-практический журнал Экономика и менеджмент систем управления. - 2014. - №2.1 (12). - С. 215-218.
5. 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.
6. Мищенко, В. Я. Прогнозирование темпов износа жилого фонда на основе мониторинга дефектов строительных конструкций / В. Я. Мищенко, П. А. Головинский, Д. А. Драпалюк // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Сер: Строительство и архитектура. - 2009. - №4. - С. 111-117.
7. Мищенко, В. Я. Реконструкция жилого района с элементами внедрения энергоэффективности / В. Я. Мищенко, А. С. Чесноков, Д. А. Андреищев, // Строительство и недвижимость. - 2020. - №1(5). - С. 27-31.
8. Сергеева, А. Ю. Исследование обеспечения долговечности несущих конструкций в процессе эксплуатации / А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Ю. В. Мясичев, Р. Ю. Мясичев, // Строительство и недвижимость. - Воронеж, 2020. - №2 (6). - С. 124-129.

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

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

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

12. 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

9. Mishchenko, V. Ya. Stochastic algorithms in solving multi-criteria optimization problems of resource allocation in planning construction and installation works / V. Ya.

Mishchenko, D. I. Yemelyanov, A. A. Tikhonenko, R. V. Startsev // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Ser: Construction and Architecture - Voronezh, 2012. - №1. - pp. 92-97.

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

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

12. 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.

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

МЕТОДОЛОГИЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

А. Ю. Сергеева, И. С. Воронин, Р. Ю. Мясичев, Ю. Д. Сергеев

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

Воронин Игнат Сергеевич, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мСЭН-241, E-mail: voronin_is@mail.ru

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

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

Аннотация: актуальность задачи в целях обеспечения безопасности, сохранности и жизнеспособности зданий и сооружений значительно повышается под влиянием прогрессивных требований, предъявляемых к строительным объектам. Аккумуляция износа морального, функционального и физического генерирует сверхвозможную угрозу как для высококомфортного функционирования стройобъектов, так и для жизнедеятельности. Ключевым анализом при мониторинге контроля общетехнического состояния стройобъекта является строительно-техническая экспертиза. Достоверность и объективность результативных данных обеспечиваются за счёт соблюдения строгого регламента на всех этапах обследования объектов. При мониторинге стройобъекта реализовывают два взаимодополняющих подхода: периодическое обследование и непрерывный инструментальный контроль. Эффективность контроля технического состояния объекта напрямую зависит от уровня квалификации и личной ответственности специалистов. Техническое заключение, полученное по итогам обследования объекта, становится основным документом для собственника и управляющей организации. Для повышения точности определения оценки состояния стройобъекта необходимо комплексно подойти к процессу контроля, используя современные методы анализа, автоматизацию и строгий контроль на всех этапах производства.

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

METHODOLOGY OF INSPECTION OF THE TECHNICAL CONDITION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

A. Yu. Sergeeva, I. S. Voronin, R. Yu. Myasishchev, Yu. D. Sergeev

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

Voronin Ignat Sergeevich, *Voronezh State Technical University, Master's student of mSEN-241, E-mail: voronin_is@mail.ru*

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

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

Annotation: the relevance of the task in order to ensure the safety, security and viability of buildings and structures is significantly increased under the influence of progressive requirements imposed on construction sites. The accumulation of moral, functional and physical deterioration generates an extremely possible threat both to the highly comfortable functioning of construction facilities and to life. The key analysis in monitoring the control of the general technical condition of the construction site is the construction and technical expertise. The reliability and objectivity of the resulting data is ensured by following strict regulations at all stages of the site survey. When monitoring a construction site, two complementary approaches are implemented: periodic inspection and continuous instrumental monitoring. The effectiveness of monitoring the technical condition of the facility directly depends on the level of qualification and personal responsibility of the specialists. The technical report obtained based on the results of the inspection of the facility becomes the main document for the owner and the management organization. To increase the accuracy of determining the assessment of the condition of a construction site, it is necessary to comprehensively approach the control process using modern analysis methods, automation and strict control at all stages of production.

Key words: construction and technical expertise, deformation, reliability, risks, materials, defects.

Современная городская среда - это сложный и динамичный организм, где безопасность и устойчивость зданий являются фундаментом благополучия общества. Однако каждое сооружение, подобно живому организму, подвержено старению и воздействию внешних факторов. Активное перемещение населения сельской местности в города, повышение нагрузок на инфраструктуру города и разнообразие климатических условий России диктуют необходимость перехода от борьбы со следствиями к борьбе с причинами. В связи с вышесказанным комплексный контроль технического состояния объектов недвижимости превращается из рутинной процедуры проверки в многовекторную систему контроля, рассматривающую не только существующие дефекты сооружения, но и потенциальные, а так же способы их устранения и своевременного предотвращения аварийного состояния в ходе строительно-технической экспертизы (рис. 1) [1, 2, 3].



Рис. 1. Отдельные виды строительно-технической экспертизы

Данный подход обеспечивает не только безопасность, но и экономическую эффективность на протяжении всего периода использования зданий и сооружений.

Для обеспечения безопасности, сохранности и долговечности зданий и сооружений требуется не только постоянный контроль над их техническим состоянием, но и задействование мер по выявлению и пресечению разрушающих факторов, действующих на них [4, 5]. Актуальность этой задачи значительно возрастает под влиянием современных требований, предъявляемых к зданиям и сооружениям: повышенная этажность, уплотненность городской застройки, а так же комфортабельность. Повышенная этажность и уплотненность застройки увеличивают нагрузку на сами объекты недвижимости и близлежащую инфраструктуру, тем самым ускоряя их физический и функциональный износ, в то время как серьезные требования к комфорту зданий обязывают действовать на опережение в вопросах контроля состояния объектов [6, 7]. Накопление физического и функционального износа, особенно для объектов, эксплуатирующихся в условиях агрессивного воздействия окружающей среды, создает прямую угрозу не только для комфортного использования данных объектов, но и для жизнедеятельности людей [8, 9]. Таким образом, можно утверждать, что главными целями контроля являются:

- предупреждение аварийных ситуаций за счет своевременного выявления дефектов зданий и пресечения создающих их факторов;
- формирование обоснованных решений по содержанию, ремонту, реконструкции или сносу объекта.
- продление жизненного цикла объекта и оптимизация финансовых затрат на его эксплуатацию [10].

Для достижения вышеуказанных целей применяются два ключевых подхода, выбор которых зависит от состояния, уровня значимости и уникальности объекта:

1. Непрерывный инструментальный мониторинг. Это система постоянного автоматизированного контроля с помощью датчиков (тензометрических, акселерометров, инклинометров и др.), применяемая для уникальных, особо ответственных, аварийных объектов или зданий, испытывающих сильное внешнее воздействие. Подобный контроль позволяет в режиме реального времени анализировать состояние здания, давать краткосрочный прогноз и немедленно сигнализировать об опасных изменениях (рис. 2).



Рис. 2. Применяемые устройства сбора информации

2. Строительно-техническая экспертиза (Техническое обследование). Это периодическая, но глубокая и комплексная экспертная диагностика, являющаяся основным методом контроля технического состояния для большинства зданий. Она проводится по регламентированному графику (первое через 2 года после ввода объекта в эксплуатацию, затем не реже, чем раз в 10 лет, а в сейсмически активных зонах - раз в 5 лет) или в особых случаях (перед реконструкцией, при покупке, после стихийных бедствий). Ее задачи – оценка соответствия нормативным требованиям, выявление дефектов и повреждений, определение категории технического состояния и разработка рекомендаций по предотвращению и предупреждению разрушающих воздействий.

Правильный выбор метода контроля играет очень важную роль в обеспечении безопасности зданий и сооружений, так как именно от этого зависит правильная трактовка исходного состояния объекта, идентификация дефектов и определяется дальнейший план действий.

Процесс обследования зданий и сооружений состоит из строго регламентированных этапов, что обеспечивает достоверность и объективность полученных данных:

1. Подготовительный этап: Сбор и тщательный анализ всей доступной документации (проектной, исполнительной, архивной) для формирования полного представления об объекте.

2. Визуальное обследование: Предварительный осмотр, позволяющий определить общее состояние конструкций, выявить явные дефекты и установить предварительную категорию технического состояния.

3. Инструментальное обследование: Применение комплекса различных инструментов и оборудования, необходимых для выявления деформаций, осадок и иных незаметных с первого взгляда признаков физического и функционального износа.

4. Камеральная (лабораторная) обработка: анализ и систематизация всех данных, полученных в результате измерений или исследований.

5. Формирование заключения: Подготовка итогового отчета, содержащего оценку состояния объекта, прогноз его изменения, обоснованные рекомендации по безопасной эксплуатации, ремонту и пресечению разрушающего воздействия на объект [11].

Эффективность контроля технического состояния объекта напрямую зависит от уровня квалификации и личной ответственности специалистов. Важнейшими принципами специалиста можно назвать:

- **Внимательность:** Фиксация и анализ не только критических дефектов, но и начальных, едва заметных отклонений, не достигших предельных значений, позволяют повысить эффективность обследования здания.

- **Компетентность:** Специалист должен не только зафиксировать дефект, но и понять его причину, механизм развития и влияние на объект в зависимости от его места расположения.

- **Пунктуальность:** Контроль со стороны специалиста должен быть систематическим и своевременным, что позволит вести детальную аналитику состояния зданий и сооружений.

Инвестиции в регулярный контроль состояния объекта - это не излишества, а экономически целесообразные вложения в безопасность и сохранность имущества. Техническое заключение, полученное по итогам обследования объекта, становится основным документом для собственника и управляющей организации, позволяющим:

- Обоснованно планировать бюджет на техническое обслуживание и капитальный ремонт здания.

- Принимать актуальные решения о реконструкции, модернизации или выводе объекта из эксплуатации.

- Значительно экономить средства бюджета за счет предотвращения аварийных ситуаций.

- Повышать инвестиционную привлекательность объекта за счет документального подтверждения его надежного состояния.

Современная система контроля технического состояния зданий и сооружений – это сложный многоуровневый процесс, объединяющий экспертные знания, передовые технологии и грамотное управление, способный обеспечить безопасность людей, минимизацию рисков и эффективное управление объектами недвижимости на всех этапах их эксплуатации.

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. Мясищев, Р. Ю. Мясищев, // Строительство и недвижимость. - Воронеж, 2020. - №2 (6). - С. 124-129.
7. Мясищев, Ю. В. Факторы, воздействующие на технико-эксплуатационное состояние строительных конструкций / Ю. В. Мясищев, А. Ю. Сергеева, Ю. Д. Сергеев, Р. Ю. Мясищев // Строительство и недвижимость. - 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. 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. 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 69.04

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И ДОЛГОВЕЧНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

И. А. Шипилова, А. В. Устьян

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

Устьян Александр Владимирович, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мСЭН-241, E-mail: sasha.ustjan@yandex.ru

Аннотация: статья посвящена исследованию методов неразрушающего контроля (НК) железобетонных конструкций в строительстве. Рассматриваются причины снижения надежности и долговечности сооружений, связанные со скрытыми дефектами и несоответствием проектным характеристикам, которые невозможно выявить визуальными методами. Приводится нормативная база применения НК, включающая ГОСТ и СП, регламентирующие методики обследования и требования к приборам. В работе систематизированы методы контроля по группам характеристик: физико-механические свойства, структурные параметры, дефекты и повреждения. Подробно описаны современные приборы: ультразвуковые томографы, магнитные сканеры, тепловизоры и комплексы акустической эмиссии. Приведен сравнительный анализ разрушающих и неразрушающих методов, выявлены преимущества последних: сохранение целостности конструкций, многократное применение, экономичность и раннее обнаружение дефектов. Показана роль НК на стадиях изготовления ЖБИ, монтажа и эксплуатации зданий, а также его значение для продления срока службы и обеспечения безопасности сооружений. Отмечены перспективы развития технологий, связанные с цифровизацией, автоматизацией и внедрением мониторинговых систем.

Ключевые слова: неразрушающие методы контроля, железобетонные конструкции, скрытые дефекты, долговечность, безопасность эксплуатации, мониторинг конструкций.

NON-DESTRUCTIVE TESTING OF REINFORCED CONCRETE PRODUCTS AS A TOOL TO IMPROVE THE QUALITY AND DURABILITY OF BUILDING STRUCTURES

I. A. Shipilova, A. V. Ustyan

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

Ustyan Alexander Vladimirovich, Voronezh State Technical University, Master's student, mSEN-241, E-mail: sasha.ustjan@yandex.ru

Abstract: the article is devoted to the study of methods of non-destructive testing (NC) of reinforced concrete structures in construction. The reasons for the decrease in reliability and durability of structures related to hidden defects and non-compliance with design

characteristics that cannot be detected by visual methods are considered. The regulatory framework for the application of NC is given, including GOST and SP, regulating examination methods and requirements for devices. The paper systematizes the methods of control by groups of characteristics: physical and mechanical properties, structural parameters, defects and damages. Modern devices are described in detail: ultrasound tomographs, magnetic scanners, thermal imagers and acoustic emission complexes. A comparative analysis of destructive and non-destructive methods is given, the advantages of the latter are revealed: preservation of structural integrity, repeated use, cost-effectiveness and early detection of defects. The role of NC at the stages of precast concrete fabrication, installation and operation of buildings is shown, as well as its importance for extending the service life and ensuring the safety of structures. The prospects for the development of technologies related to digitalization, automation and the introduction of monitoring systems are noted.

Keywords: non-destructive testing methods, reinforced concrete structures, hidden defects, durability, operational safety, and structural monitoring.

Современное строительство характеризуется повышенными требованиями к качеству и надежности зданий и сооружений. Возводимые железобетонные конструкции должны обеспечивать нормативно-ожидаемый срок службы и безопасность при эксплуатации объектов. Однако на практике нередко возникают скрытые дефекты, которые приводят к разрушениям бетонных изделий, а также несоответствие характеристик бетонных изделий, заложенных в проект. В дальнейшем это сказывается на сокращении срока эксплуатации сооружения и снижению несущей способности конструкций. Скрытые дефекты и несоответствие проектных характеристик невозможно определить визуальными методами контроля.

В этой связи особую значимость приобретает применение методов неразрушающего контроля, позволяющих выявить нарушения, а также внутренние и внешние скрытые дефекты без повреждения конструкций. Использование неразрушающих методов контроля способствует снижению эксплуатационных рисков, увеличению долговечности и обеспечению безопасности зданий и сооружений.

Неразрушающий контроль (НК) в строительстве – это использование технических методов обследования строительных материалов, железобетонных изделий и конструктивных элементов зданий с целью определения их целостности, прочностных характеристик, структур и геометрии. С помощью НК выявляют и локализуют скрытые дефекты, оценивают их размеры и влияние на надежность, при этом сам процесс контроля не снижает прочность и эксплуатационную пригодность [1].

Для неразрушающего контроля железобетонных конструкций и изделий в строительстве применяется достаточно широкая нормативная база. Она представлена различными государственными стандартами (ГОСТ) и сводами правил (СП). Они отражают конкретные методики и рекомендации по их выбору в зависимости от задач обследования, применяемые приборы и требования к ним, способы измерения и порядок проведения испытаний [2-5]. Неразрушающий контроль позволяет измерять и оценивать широкий спектр характеристик: физико-механические свойства, структурные характеристики, дефекты и повреждения, а также дополнительные параметры, косвенно связанные с прочностью, плотность, коррозионной стойкостью.

Методы неразрушающего контроля подбираются исходя из исследуемого параметра.

Физико-механические свойства, такие как прочность на сжатие, модуль упругости, твердость поверхности и однородность бетона по объему, оцениваются ультразвуковым методом, методом упругого отскока, акустико-эмиссионным методом и динамически-ударным методом [6].

Структурные характеристики – пористость и пустоты, плотность бетона, толщина защитного слоя, расположение и характеристики арматуры, адгезия бетона к арматуре исследуются радиографическим методом, акустической эмиссией, электромагнитным методом и ультразвуковой томографией [7].

Дефекты и повреждения – трещины и их глубина, ширина и протяженность, расслоения и каверны, зоны повышенной влажности и коррозия арматуры, оцениваются ультразвуковым методом, радиографическим, потенциометрическим методом, электрохимическая импедансная спектроскопия и магнитоиндукционным методом.

Различные методы неразрушающего контроля позволяют полностью закрыть необходимость в исследовании и оценке всех групп характеристик.

Современные методы неразрушающего контроля строительных конструкций базируются на применении высокоточных диагностических комплексов, существенно превосходящих по своим возможностям оборудование предыдущих поколений. Ранее обследование железобетонных изделий зачастую осуществлялось с использованием молотков Кашкарова (рис. 1).



Рис. 1. Молоток Кашкарова

В дополнение применялись ультразвуковые дефектоскопы (рис. 2), однако их разрешающая способность была ограничена.



Рис. 2. Ультразвуковой дефектоскоп

В настоящее время применяются следующие категории приборов:

1. Ультразвуковые томографы (рис. 3), обеспечивающие получение послойных изображений материала и позволяющие с высокой точностью фиксировать наличие трещин, пустот и зон расслоения.

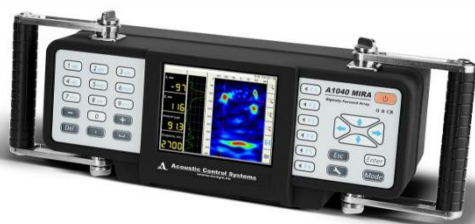


Рис. 3. Ультразвуковой томограф

2. Магнитные сканеры (рис. 4), используемые для определения расположения арматурных стержней, их диаметра и глубины заложения без вскрытия защитного слоя бетона.



Рис. 4. Магнитный сканер

3. Инфракрасные тепловизоры (рис. 5), позволяющие выявить зоны повышенной влажности, дефекты сцепления арматуры с бетоном, а также локальные тепловые аномалии, связанные с нарушением структуры материала.



Рис. 5. Инфракрасный тепловизор

4. Комплексы акустической эмиссии (рис. 6), позволяющие в режиме реального времени регистрировать процессы зарождения и развития трещин.



Рис. 6. Комплекс акустической эмиссии

По сравнению с приборами предыдущего поколения, современные диагностические системы обладают рядом принципиальных преимуществ:

1. Повышенная точность измерений – снижение погрешности до 1-2% по сравнению с 5-10% у традиционных приборов.
2. Визуализация результатов – возможность получения трехмерных изображений, тепловых карт и цифровых моделей обследуемых конструкций.
3. Повышение оперативности – автоматизированные комплексы позволяют охватывать значительные площади обследования в кратчайшие сроки.

На практике неразрушающие методы контроля применимы на различных стадиях строительства.

Качество железобетонных изделий (ЖБИ) во много определяется технологией их изготовления, условиями твердения бетона, правильностью укладки и уплотнения смеси, а также точностью расположения арматуры. Для обеспечения надежности конструкций на всех стадиях производства необходимо применять методы неразрушающего контроля, что позволяет своевременно выявлять скрытые дефекты и устранять их до поставки изделий на строительную площадку, что снижает риск аварийных ситуаций, увеличивает долговечность конструкций и обеспечивает соответствие продукции требованиям нормативных документов [8].

На этапе монтажа железобетонных изделий особое внимание уделяется их фактическому состоянию после транспортировки и складирования, а также правильности установки в проектное положение. Здесь задача неразрушающего контроля состоит в подтверждении качества элементов перед их включением в работу и в выявлении дефектов, возникших при погрузочно-разгрузочных и монтажных операциях. На данном этапе неразрушающий контроль позволяет подтвердить соответствие железобетонных изделий проектным требованиям и пригодности к дальнейшей эксплуатации.

Эксплуатационный этап зданий и сооружений сопровождается воздействием долговременных нагрузок, климатических факторов, вибраций и коррозионных процессов, что может приводить к снижению несущей способности и долговечности железобетонных конструкций. В этой связи систематическое применение методов неразрушающего контроля является ключевым инструментом оценки технического состояния и прогнозирования эксплуатационного ресурса конструкций. Применение комплекса методов неразрушающего контроля на стадии эксплуатации позволяет получать объективную информацию о физико-механическом состоянии конструкций без нарушения их целостности. Это обеспечивает возможность раннего выявления критических дефектов, прогнозирования остаточного срока службы, планирования ремонтных и восстановительных работ, а также повышения общей надежности и безопасности зданий и сооружений.

Ключевыми преимуществами применения неразрушающих методов контроля являются:

1. Сохранение целостности конструкций - контроль не приводит к разрушению или ухудшению прочностных характеристик бетона и арматуры.

2. Возможность многократного применения – неразрушающий контроль позволяет обследовать одну и ту же конструкцию на протяжении всего срока эксплуатации.

3. Раннее выявление дефектов – трещины, пустоты, расслоения и коррозия арматуры обнаруживаются до появления визуальных признаков разрушения.

4. Экономическая эффективность – своевременное выявление дефектов снижает риск аварий, сокращает затраты на капитальный ремонт и продлевает срок службы конструкций.

5. Универсальность методов – широкий спектр неразрушающих методов позволяет оценивать физико-механические свойства, структурные характеристики и долговечность конструкций.

Но наряду с преимуществами существуют и ограничения применения неразрушающего контроля:

1. Чувствительность методов может зависеть от размеров дефекта, толщины элемента и состояния поверхности бетона.

2. Не все методы применимы к крупногабаритным конструкциям без специального оборудования.

3. Требуется квалифицированный персонал и проектная интерпретация результатов, что увеличивает стоимость обследования [9].

Для наиболее наглядного выявления ключевых преимуществ и наиболее эффективного применения методов неразрушающего контроля, составим сравнительный анализ разрушающих и неразрушающих методов контроля. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение неразрушающих и разрушающих методов контроля качества железобетонных изделий

Критерий	Разрушающие методы	Неразрушающие методы
Целостность конструкции	Частичное или полное разрушение элемента	Не нарушает целостности конструкции
Возможность повторного контроля	Нет (элемент после испытания выходит из эксплуатации)	Да, возможно многократное обследование
Выявление скрытых дефектов	Ограничено; только в зоне разрушения	Широкий спектр внутренних и поверхностных дефектов
Влияние на эксплуатацию	Элемент выходит из работы	Элемент продолжает эксплуатироваться
Скорость и экономичность	Часто дороже и трудоемко	Быстрее, экономически эффективнее на больших объемах
Точность оценки прочности	Высокая для конкретного образца	Косвенная оценка, зависит от метода калибровки

Применение методов неразрушающего контроля оказывает прямое влияние на долговечность и надежность железобетонных конструкций. Основные аспекты этого влияния заключаются в следующем:

1. Раннее выявление скрытых дефектов

Неразрушающий контроль позволяет обнаруживать микротрещины, пустоты, расслоения и локальные разрушения защитного слоя бетона до их развития в критические повреждения.

Своевременное устранение выявленных дефектов предотвращает снижение несущей способности и замедляет процессы разрушения бетона и арматуры.

2. Прогнозирование остаточного ресурса конструкций

Результаты неразрушающего контроля дают количественные и качественные показатели состояния элементов, позволяя прогнозировать остаточный срок службы и планировать профилактические или ремонтные работы.

3. Повышение эксплуатационной надежности

Контроль физических, механических и структурных характеристик бетона позволяет подтвердить соответствие конструкций проектным требованиям.

Качество железобетонных изделий напрямую влияет на срок службы зданий и сооружений. Надежность конструктивных элементов прямо зависит от прочности, однородности и устойчивости бетона, а также от состояния арматуры и защитного слоя. Изделия, изготовленные с нарушением технологии, изначально обладают сниженной прочностью и трещиностойкостью. Такие дефекты ускоряют процессы карбонизации бетона, проникновения влаги и хлоридов, что приводит к ранее коррозии арматуры и преждевременному снижению несущей способности [10].

Следовательно, качество железобетонных изделий определяет не только расчетный срок службы здания, но и уровень его эксплуатационной надежности. В этой связи особое значение приобретает своевременное выявление дефектов, позволяющее предупредить развитие аварийных ситуаций.

Раннее выявление дефектов обеспечивает безопасность эксплуатации зданий и сооружений. Большинство аварийных разрушений конструкции не является мгновенными – им предшествует накопление скрытых повреждений, которые постепенно снижают несущую способность. Методы неразрушающего контроля позволяют выявить такие дефекты на ранних стадиях, когда еще возможно их локальное устранение или проведение профилактических мероприятий [11].

На основании полученных данных принимаются меры: ремонт защитного слоя, инъектирование трещин, усиление элементов углеродными лентами или металлическими обоями. Неразрушающий контроль позволяет не только проводить диагностику, а служит основой продления срока службы конструкции и обеспечивает безопасность ее эксплуатации.

Таким образом, раннее выявление дефектов позволяет не только предотвращать аварийные ситуации, но и формировать системный подход к обеспечению качества строительства, в котором неразрушающий контроль становится важнейшим элементом комплексной системы мониторинга.

Современные требования к надежности и долговечности зданий и сооружений обуславливают необходимость применения комплексного подхода к контролю качества строительных процессов. В этой системе неразрушающий контроль занимает особое место, дополняя традиционные методы лабораторных и разрушающих испытаний. Неразрушающий контроль позволяет оценивать качество и осуществлять мониторинг на протяжении всего срока службы здания [12].

Проведенный анализ показывает, что неразрушающий контроль играет ключевую роль в обеспечении качества, надежности и долговечности железобетонных конструкций. Его применение позволяет выявлять скрытые дефекты на ранних стадиях, предупреждать развитие аварийных ситуаций и снижать затраты на ремонт и обслуживание зданий. Таким образом, неразрушающий контроль является не только инструментом диагностики, но и важным звеном системы управления качеством в строительстве.

Перспективы развития технологий неразрушающего контроля связаны с внедрением цифровых решений: автоматизации процессов контроля, использование беспилотных летательных аппаратов для обследования труднодоступных зон, интеграция сенсорных систем в конструкции для непрерывного мониторинга.

Внедрение систематического неразрушающего контроля в строительную практику позволит повысить надежность зданий, увеличить их срок службы и обеспечить безопасность эксплуатации, что соответствует современным требованиям развития строительной отрасли.

Список литературы

1. ГОСТ Р 56542–2019. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов. – Введ. 2019-12-01. – М.: Стандартинформ, 2019. – 16 с.
2. ГОСТ 18105–2018. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. – Введ. 2019-03-01. – М.: Стандартинформ, 2019. – 34 с.
3. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции: актуализированная редакция СНиП 3.03.01–87. – Введ. 2013-01-01. – М.: Минрегион России, 2012. – 96 с.
4. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. – Введ. 2004-01-01. – М.: Госстрой России, 2003. – 52 с.
5. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции: актуализированная редакция СНиП 52-01–2003. – Введ. 2019-06-01. – М.: Минстрой России, 2018. – 171 с.
6. ГОСТ 17624–2021. Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности. – Введ. 2022-03-01. – М.: Стандартинформ, 2022. – 20 с.
7. ГОСТ 17625–83. Конструкции и изделия железобетонные. Радиационный метод определения толщины защитного слоя бетона, размеров и расположения арматуры. – Введ. 1984-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 12 с.
8. Шмаков, Г. Б. Методика заводского неразрушающего контроля качества сборных железобетонных конструкций / Шмаков, Г. Б. // Будівельник. 1972. – С. 112.
9. Несветаев, Г. В. Особенности неразрушающего контроля прочности бетона эксплуатируемых железобетонных конструкций / Несветаев, Г. В., Коллеганов, А. В., Коллеганов, Н. А. // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2017. Т. 9, № 2. – С. 14.
10. Бабицкий, В. В. Контроль качества и эксплуатационная долговечность бетонных и железобетонных изделий и конструкций / Бабицкий, В. В., Ковшар, С. Н. // 2014 – С. 94.
11. Гучкин, И. С. Диагностика повреждений и восстановление эксплуатационных качеств конструкций / Гучкин, И. С. // учебное пособие. – М.: Изд-во АСВ. 2001. – С. 176.
12. Рекомендации по организации массового внедрения неразрушающего контроля производства и качества железобетонных изделий / НИИСК Госстроя СССР, Оргтехстрой Главзапстроя Минстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1983. – 56 с.

List of references

1. GOST R 56542-2019. The control is non-destructive. Classification of types and methods. – Introduction. 2019-12-01. Moscow: Standartinform, 2019. – 16 p.
2. GOST 18105-2018. Concretes. Rules for strength control and assessment. – Introduction. 2019-03-01. Moscow: Standartinform, 2019. 34 p.
3. SP 70.13330.2012. Load-bearing and enclosing structures: updated edition of SNiP 3.03.01–87. - Introduction. 2013-01-01. Moscow: Ministry of Regional Development of Russia, 2012. 96 p.

4. Joint venture 13-102-2003. Rules for the inspection of load-bearing building structures of buildings and structures. – Introduction. 2004-01-01. Moscow: Gosstroy of Russia, 2003. 52 p.
5. SP 63.13330.2018. Concrete and reinforced concrete structures: updated edition of SNiP 52-01-2003. – Introduction. 2019-06-01. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2018. 171 p.
6. GOST 17624-2021. Concretes. Ultrasonic strength determination method. – Introduction. 2022-03-01. Moscow: Standartinform, 2022. – 20 p.
7. GOST 17625-83. Reinforced concrete structures and products. Radiation method for determining the thickness of the protective layer of concrete, the size and location of reinforcement. – Introduction. 1984-01-01. – M.: Publishing House of standards, 1983. – 12 p.
8. Shmakov, G. B. Methods of factory non-destructive quality control of precast reinforced concrete structures / Shmakov, G. B. // *Budivelnik*. 1972. – p. 112.
9. Nesvetaev, G. V. Features of non-destructive testing of concrete strength of exploited reinforced concrete structures / Nesvetaev, G. V., Kolleganov, A.V., Kolleganov, N. A. // Online journal "NAUKOVEDENIE". 2017. Vol. 9, No. 2. – P. 14.
10. Babitsky, V. V. Quality control and operational durability of concrete and reinforced concrete products and structures / Babitsky, V. V., Kovshar, S. N. // 2014 – p. 94.
11. Guchkin, I. S. Diagnostics of damage and restoration of operational qualities of structures / Guchkin, I. S. // textbook. – M.: Publishing house of the DIA. 2001. - p. 176.
12. Recommendations on the organization of mass implementation of non-destructive testing of production and quality of reinforced concrete products / NIISK Gosstroy of the USSR, Orgtekhstroy Glavzapstroy of the Ministry of Construction of the USSR Moscow: Stroyizdat, 1983. 56 p.

УПРАВЛЕНИЕ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 69.059.4

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА ОБЪЕКТА НЕДВИЖИМОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СУДЕБНОЙ СТОИМОСТНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

В. М. Круглякова, Н. М. Боев, К. А. Чечин

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

Боев Николай Максимович, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мСЭН-241, E-mail: 2070502@mail.ru

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

Аннотация: статья посвящена сравнительному анализу методов определения физического износа объектов недвижимости в стоимостной оценке и строительно-технической экспертизе. В работе систематизированы и сопоставлены ключевые теоретические и прикладные методы. Проведенный сравнительный анализ по критериям цели применения, объекта оценки, учитываемых факторов, трудоемкости и точности выявил принципиальные различия. На основании исследования сделан вывод о том, что для сложных объектов капитального строительства, особенно в судебной практике, прямое применение методик СТЭ или проведение комплексной экспертизы с участием специалистов обоих профилей позволяет существенно повысить обоснованность, достоверность и доказательственную силу выводов о стоимости. Работа предлагает практические ориентиры для выбора метода определения износа в зависимости от целей исследования и организационно-технических возможностей.

Ключевые слова: физический износ, стоимостная экспертиза, строительно-техническая экспертиза, техническое состояние зданий.

METHODOLOGICAL SUPPORT FOR DETERMINING THE PHYSICAL DEGRADATION OF AN REAL ESTATE OBJECT DURING A FORENSIC VALUATION EXPERTISE

V. M. Kruglyakova, N. M. Boev, K. A. Chechin

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

Boev Nikolay Maksimovich, Voronezh State Technical University, master's degree student group mSEN-241, E-mail: 2070502@mail.ru

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

Abstract: the article is devoted to a comparative analysis of methods for determining the physical deterioration of real estate objects in cost assessment and construction and technical expertise. The paper systematizes and compares key theoretical and applied methods. The comparative analysis based on the criteria of purpose of application, object of assessment, factors taken into account, labor intensity, and accuracy revealed fundamental differences. Based on the research, it is concluded that for complex capital construction projects, especially in judicial practice, the direct application of STE methods or the conduct of a comprehensive examination with the participation of specialists from both fields can significantly improve the validity, reliability, and evidential strength of the conclusions about the cost. The work provides practical guidelines for choosing a method for determining wear, depending on the research objectives and organizational and technical capabilities.

Keywords: physical deterioration, cost examination, construction and technical examination, and technical condition of buildings.

Любое экспертное исследование, связанное с определением стоимости объекта недвижимости, должно обеспечивать высокий уровень обоснованности и достоверности выводов об итоговой стоимости оцениваемого объекта. Одним из важных элементов расчета стоимости зданий и сооружений является показатель технического состояния объекта, представляемый в виде физического износа.

К компетенции судебного эксперта по стоимостным экспертизам, равно как и профессионального оценщика недвижимости, как правило, не относится самостоятельное строительно-техническое обследование конструкций объектов капитального строительства. Определение технического состояния объекта с проведением такого обследования традиционно является предметом строительно-технической экспертизы.

При этом, уровень обоснованности величины физического износа конструктивных элементов здания или сооружения по результатам строительно-технической экспертизы существенно выше выводов эксперта по определению стоимости по следующим причинам:

1. Степень детализации исследования конструктивных элементов объекта значительно выше при проведении строительно-технической экспертизы – эксперт по стоимостной оценке объекта работает или только с документами по «истории эксплуатации объекта», или руководствуется наружным общим осмотром объекта.

2. Предусмотрена возможность инструментального обследования объекта с применением методов контроля результатов измерений на основе различных методов.

3. Продолжительность обследования объекта и обработки его результатов существенно выше с учетом общей трудоемкости исследования – очевидно, что и стоимость такого рода исследований тоже больше.

В результате специального обследования строительных конструкций может быть определен не только общий физический износ объекта, но и установлен износ отдельных конструктивных элементов, а также выявлены скрытые дефекты, классифицируемые экспертом как устранимые или неустраняемые. Также по результатам строительно-технической экспертизы могут быть сделаны выводы о необходимости сноса или капитального ремонта объекта.

Таким образом, объем исследования, выполняемый судебным экспертом при производстве строительно-технической экспертизы, может существенно превышать трудоемкость части работы эксперта по определению стоимости объекта, связанной с обоснованием текущего технического состояния объекта и, как следствие – величины его

фактического износа. А принятие судом решения о назначения комплексной судебной экспертизы с участием не только стоимостного, но и строительно-технического эксперта существенно увеличивает время производства экспертизы и ее стоимость.

Учитывая растущее количество имущественных споров, связанных с определением стоимости объектов недвижимости, находящихся в различном техническом состоянии, задача систематизации и совершенствования методического обеспечения определения величины физического износа объектов является актуальной и имеет важное значение для досудебных и судебных исследований, связанных с определением стоимости объектов капитального строительства и их комплексов.

Рассмотрим основной методический аппарат, применяемый в экспертных стоимостных исследованиях строительных объектов в настоящее время.

В таблице 1 представлены сведения об области применения данных о техническом состоянии как качественной характеристике или физическом износе как количественной характеристике здания или сооружения [1,11].

Таблица 1

Взаимосвязь подходов и методов оценки недвижимости с применением данных о техническом состоянии объекта

Подход к оценке	Методы оценки	Форма применения данных о техническом состоянии объекта	Описание технического состояния
Затратный	Метод затрат на создание объекта	Требуется обоснование конкретного численного значения величины физического износа объекта на дату оценки в процентном или денежном выражении.	Расчет величины физического износа на основе аналитических зависимостей с учетом принятых за основу признаков износа конструкций и сроков его эксплуатации.
	Метод упорядоченной ликвидации		
Доходный	Методы капитализации	Техническое состояние учитывается при определении потенциального валового дохода в качестве укрупненной корректировки или в качестве единовременной денежной корректировки на величину затрат по подготовке действующего объекта к непрерывному использованию.	Неустранимый физический износ и определяемый срок службы объекта влияют на прогноз использования объекта, а дополнительные денежные затраты составляют основу прогноза завершения строительства объекта, его косметического или капитального ремонта, реконструкции, модернизации или сноса с учетом этапа жизненного цикла объекта.
	Метод дисконтированных денежных потоков	Техническое состояние объекта представляется в виде объема строительно-ремонтных и иных работ, обеспечивающих завершение строительства / капитальный ремонт объекта / модернизацию объекта / снос объекта.	

Продолжение табл. 1

Подход к оценке	Методы оценки	Форма применения данных о техническом состоянии объекта	Описание технического состояния
Сравнительный	Метод корректировок	Применение в составе иных корректировок на год постройки объекта и текущее техническое состояние помещения или сооружения.	Техническое состояние объектов определяется на основе шкалы экспертных оценок по документам или общему осмотру объекта – без расчета и применения точных значений физического износа объекта.
	Метод рентного мультипликатора	Техническое состояние учитывается укрупненно по критериям пригодности объекта к текущей эксплуатации в соответствии с его назначением.	
	Методы корреляционно-регрессионного анализа	Показатель технического состояния учитывается на уровне года постройки объекта без исследования его фактического текущего состояния на дату оценки.	

К основным методам численного обоснования физического износа в оценке недвижимости можно отнести следующие [2,12]:

- метод сроков жизни;
- метод оценки накопленного износа по его составляющим (метод разбивки по компонентам).

Основные характеристики перечисленных методов систематизированы в таблице 2.

Таблица 2

Методы определения величины физического износа в оценочной деятельности и иных стоимостных исследованиях недвижимости

Наименование метода	Краткая характеристика метода	Достоинства метода	Недостатки метода
Метод сроков жизни	Основан на соотношении действительного (эффективного) возраста улучшений и срока их экономической службы.	Простота расчетных процедур, непосредственно определяет уровень износа. Учитывает эффективность использования объекта с точки зрения вклада улучшений в стоимость. Может применяться для определения накопленного износа улучшений в целом.	Требует глубокий анализ рынка анализируемого сегмента для определения уровня влияния текущего износа объекта на дату оценки на его стоимость.

Продолжение табл. 2

Наименование метода	Краткая характеристика метода	Достоинства метода	Недостатки метода
Метод оценки накопленного износа по его составляющим (метод разбивки)	Алгоритм расчета основан на последовательной оценке физического износа, функционального и внешнего устаревания.	Более точно учитывает комплексное влияние различных факторов на уровень износа и оценочную стоимость (количественные и качественные характеристики объекта и внешней среды).	Многоэтапность и громоздкость расчетов, требующая экспертных оценок и большого массива рыночных данных, доступ к которым для оценщика зачастую ограничен.

Однако, исходя из формирующейся практики, можно отметить, что методы, используемые в составе строительно-технического обследования, отчасти также могут быть применены и в стоимостных экспертизах. Данные методы можно обобщить понятием «Экспертные методы».

Рассмотрим методическое обеспечение обследования технического состояния строительных конструкций в области компетенций, отнесенных к строительно-техническим экспертизам.

Основная применяющаяся методика оценки физического износа зданий, приведена в СП 547.1325800.2025 «Правила установления необходимости капитального ремонта многоквартирных домов» [3], методика заключается в оценке физического износа конструктивного элемента или внутридомовой инженерной системы, или отдельных их участков путем сравнения признаков физического износа, выявленных при визуальном обследовании, со значениями, приведенными в приложении А СП 547.1325800.2025. В зависимости от установленного значения физического износа конструктивного элемента или внутридомовой инженерной системы присваивают одну из категорий необходимости проведения капитального ремонта:

1-я категория – физический износ конструктивного элемента/внутридомовой инженерной системы: 0 %–30 %, капитальный ремонт не требуется;

2-я категория – физический износ конструктивного элемента/внутридомовой инженерной системы: 31 %–50 %, капитальный ремонт требуется;

3-я категория – физический износ конструктивного элемента/внутридомовой инженерной системы: 51 %–65 %, капитальный ремонт требуется в приоритетном порядке, определенном 6.11;

4-я категория – физический износ конструктивного элемента/внутридомовой инженерной системы: более 65 %, требуется проведение инструментального обследования по ГОСТ 31937.

В соответствии с положениями СП 547.1325800.2025, установление категории необходимости капитального ремонта по результатам визуального обследования может являться основанием для назначения детальных инструментальных исследований. Для количественной оценки повреждений и остаточной несущей способности строительных конструкций, применяются следующие методы:

При определении физического износа конструкций из бетона применяют методы разрушающего и неразрушающего контроля [4-6].

Методы неразрушающего контроля - применяют для определения прочности бетона на сжатие в установленном проектной документацией промежуточном и проектном возрасте и в возрасте, превышающем проектный, при обследовании конструкций, заключается в определении прочности бетона непосредственно в конструкции при локальном механическом воздействии на бетон, подразделяются на прямые и косвенные методы.

- Косвенные неразрушающие методы определения прочности бетона – состоят в определении прочности бетона по предварительно установленным градуировочным зависимостям. В общем случае косвенные неразрушающие методы определения прочности являются. неразрушающими механическими методами определения прочности бетона.

- Прямые (стандартные) неразрушающие методы определения прочности бетона – это методы, предусматривающие стандартные схемы испытаний (отрыв со скалыванием и скалывание ребра) и допускающие применение известных градуировочных зависимостей без привязки и корректировки.

Методы разрушающего контроля – основаны на определении прочности бетона посредством доведения контрольных образцов до разрушения под воздействием нагрузки. Данные испытания классифицируются как разрушающие и рассматриваются в качестве эталонных для калибровки и верификации неразрушающих методов контроля.

Ключевым ограничением метода является необходимость отбора проб, требующая либо изготовления лабораторных образцов из бетонной смеси, либо извлечения кернов/фрагментов из существующих конструкций, что зачастую связано со значительными организационно-техническими трудностями и может быть недопустимо по условиям эксплуатации объекта.

Методы описаны в ГОСТ 28570 - 2019 «Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобраным из конструкций»; ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам».

Описание методов оценки физического износа каменных, стальных и деревянных конструкций представлены в таблице 3 [8,9,10].

Таблица 3

Описание методов определения величины физического износа в каменных, стальных и деревянных конструкциях

Показатели	Каменные конструкции	Стальные конструкции	Деревянные конструкции
Применяемые методы контроля	Визуальный и инструментальный методы		
Сущность метода	Обследование с фиксацией внешних дефектов (трещины, деформации, выветривание швов, выпадение кирпичей, увлажнение) и инструментальной проверкой прочности кладки.	Комплексное обследование с измерением геометрических параметров, выявлением дефектов соединений, оценкой коррозии (площадь, глубина, потеря сечения) и контролем механических характеристик.	Комплексное обследование с фиксацией биологических и механических повреждений, измерением потери сечения, проверкой узлов сопряжения и определением прочностных характеристик древесины.
Нормативные документы	ГОСТ 31937-2011	ГОСТ 3242	ГОСТ Р 57790-2017, ГОСТ 16483.7-71

Продолжение табл. 3

Показатели	Каменные конструкции	Стальные конструкции	Деревянные конструкции
Область применения / Цель	Обследование технического состояния и определение процента физического износа стен и других каменных конструкций для обоснования их ремонта, усиления или реконструкции.	Определение степени физического износа и остаточной несущей способности стальных конструкций для обоснования их ремонта, усиления, замены или расчета остаточного ресурса.	Определение степени физического износа несущих стен, перегородок и перекрытий для обоснования их ремонта, усиления, замены или расчета остаточного ресурса зданий и сооружений.

Для достоверной оценки физического износа строительных конструкций применяется комплексный подход с использованием стандартизированных методов. Каждый тип конструкций требует специфических методов контроля, установленных соответствующими нормативами, для точного определения степени износа и остаточного ресурса.

Для сравнения методов определения физического износа в оценочной и в строительно-технической деятельности, были соотнесены данные методы по ключевым методологическим и практическим критериям, которые представлены в таблице 4.

Таблица 4

Сравнительный анализ методов определения физического износа в строительно-технической и оценочной деятельности

Критерий анализа	Методы определения физического износа в строительно-технической деятельности	Методы определения физического износа в оценочной деятельности	Сравнительный вывод
1. Приоритетная цель применения	Диагностика фактического технического состояния строительных конструкций и оценка их остаточного ресурса для целей безопасной эксплуатации, ремонта или модернизации.	Количественное определение величины накопленного износа в стоимостном выражении для корректного расчета рыночной, инвестиционной или иной вида стоимости объекта недвижимости.	Методологии направлены на решение различных классов задач: инженерных (безопасность, эксплуатация) и экономических (стоимостная оценка).

Продолжение табл. 4

Критерий анализа	Методы определения физического износа в строительной-технической деятельности	Методы определения физического износа в оценочной деятельности	Сравнительный вывод
2. Объект оценки и единицы измерения	Объект: физическое состояние материалов и конструкций. Единицы: процент физического износа согласно нормативным таблицам или качественная категория технического состояния (например, работоспособное, аварийное).	Объект: стоимость объекта как актива на рынке. Единицы: денежная сумма или процент совокупного накопленного износа, включающего стоимостные потери от всех факторов.	Строительно-технические методы измеряют параметры физического разрушения, оценочная - уменьшение рыночной стоимости объекта недвижимости с течением времени и под влиянием различных факторов, которые не сводятся только к физическому разрушению.
3. Учитываемые факторы износа	Исключительно физический износ, то есть снижение прочностных и эксплуатационных характеристик вследствие естественного старения, воздействия среды и эксплуатационных нагрузок.	Комплексный накопленный износ, структурируемый на три компонента: физический износ, функциональное устаревание и внешнее (экономическое) устаревание.	Оценочные методы обеспечивают более полную экономическую модель, интегрирующую физические, технико-эксплуатационные и рыночные факторы обесценения.
4. Оперативность и трудоемкость	Метод, описанный в СП 547.1325800.2025, характеризуется высокой трудоемкостью и длительностью вследствие необходимости детального поэлементного обследования. Методы по внешним признакам отличаются высокой оперативностью за счет визуальной экспресс-оценки.	Метод экономического возраста и рыночной экстракции обладает высокой оперативностью при наличии данных. Метод разбивки отличается максимальной трудоемкостью, сопоставимой с СП 547.1325800.2025, из-за необходимости раздельной оценки всех видов износа.	Упрощенные методики в обеих группах обеспечивают скорость в ущерб детализации. Углубленные методики требуют значительных временных и экспертных ресурсов.

Продолжение табл. 4

Критерий анализа	Методы определения физического износа в строительно-технической деятельности	Методы определения физического износа в оценочной деятельности	Сравнительный вывод
5. Точность и детализация результатов	Метод, описанный в СП 547.1325800.2025(p) обеспечивает высокую точность в определении доли физического износа отдельных конструктивных элементов. Упрощенные методы обладают низкой точностью, субъективностью и отсутствием количественной дифференциации.	Метод разбивки дает потенциально высокую точность при условии надежных исходных данных. Методы возраста и экстракции обеспечивают усредненную точность, отражающую рыночные тенденции, но не специфику конкретного объекта.	Точность инженерных методов выше в области физической диагностики. Точность оценочных методов выше в прогнозировании рыночной реакции на совокупное обесценение объекта.
6. Ключевое методологическое ограничение	Отсутствие корреляции с рыночной стоимостью. Результат не отражает инвестиционную привлекательность или ликвидационную стоимость, которые могут быть высокими даже при значительном физическом износе.	Зависимость от субъективных суждений оценщика (эффективный возраст, выбор аналогов) и необходимости в обширных рыночных данных, доступ к которым часто ограничен.	Ограничения носят принципиально разную природу: технические методики игнорируют экономический контекст, а оценочные - чувствительны к качеству и объему входных данных.

Таким образом, сопоставительный анализ позволяет перейти к непосредственному сравнению характеристик и эффективности рассматриваемых методик.

Проведенное сопоставление по ключевым критериям, систематизированное в таблице 4, позволяет выявить принципиальные различия и области целесообразного применения методов оценки физического износа в оценочной и строительно-технической практике.

Деятельность по стоимостным исследованиям строительных объектов и СТЭ является разными направлениями реализации профессиональных компетенций, однако, объединение этих компетенций и адаптация методов СТЭ к стоимостному исследованию позволит повысить уровень обоснованности и достоверности исследования и, как следствие качества проведенного исследования.

Таким образом, по результатам проведенного исследования были сделаны выводы об особенностях и возможностях применения методов СТЭ в составе исследования по определению стоимости объектов капитального строительства с учетом ограничений в организационно-техническом обеспечении процесса стоимостного исследования. Отмечено, что в ряде случаев при производстве судебной экспертизы по определению стоимости объекта необходимо введение экспертом допущений, определяющих границы применимости

выводов эксперта о величине стоимости объекта в связи с применяемым методов определения физического износа и возможными рисками отклонения величины износа, определенной экспертом, от фактической величины, обусловленной наличием у объекта дефектов конструкций, которые не визуализируются при осмотре объекта.

В связи с этим, авторы считают необходимым отметить, что в случаях определения стоимости сложных объектов капитального строительства, находящихся в эксплуатации или приостановленных в строительстве, целесообразно привлечение к исследованию эксперта в области СТЭ. Учитывая тесную взаимосвязь выводов о техническом состоянии объекта и величине его физического износа со стоимостным исследованием объекта и выводами о его стоимости, целесообразно проведение комплексной судебной экспертизы. Это позволит с одной стороны, обеспечить полноту исследования, и с другой – повысить уровень достоверности выводов о величине стоимости объекта и создать условия для повышения эффективности судопроизводства.

Список литературы

1. Федеральный закон от 03.07.2016 № 237-ФЗ «О государственной кадастровой оценке» (в ред. от 23.07.2025) [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=523893&dst=100001#cYPFb9VAm6cB8zPk>, Загл. с экрана – Яз. рус. (дата обращения: 27.01.2026).
2. Приказ Минэкономразвития России от 14.04.2022 N 200 "Об утверждении федеральных стандартов оценки и о внесении изменений в некоторые приказы Минэкономразвития России о федеральных стандартах оценки" (вместе с "Федеральным стандартом оценки "Структура федеральных стандартов оценки и основные понятия, используемые в федеральных стандартах оценки (ФСО I)", "Федеральным стандартом оценки "Виды стоимости (ФСО II)", "Федеральным стандартом оценки "Процесс оценки (ФСО III)", "Федеральным стандартом оценки "Задание на оценку (ФСО IV)", "Федеральным стандартом оценки "Подходы и методы оценки (ФСО V)", "Федеральным стандартом оценки "Отчет об оценке (ФСО VI)" от 14.04.2022 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_415358/75d46e20ecf3c84f4fa0bab4d9c654c00cdc9188/#dst100025, Загл. с экрана – Яз. рус. (дата обращения: 27.01.2026).
3. СП 547.1325800.2025 Здания жилые многоквартирные. Правила установления необходимости проведения капитального ремонта. Свод правил: издание официальное: утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 22 сентября 2025 г. № 569/пр: дата введ. 2025-10-23 – Москва: Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации – 185 с.
4. ГОСТ 22690-2015 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. – Москва: межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Изд. официальное, 2019. – 19 с.
5. ГОСТ 28570-2019 Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобраным из конструкций. – Москва: межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Изд. официальное, 2019. – 12 с.
6. ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. – Москва: межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Изд. официальное, 2018. – 31 с.
7. ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – Москва: межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Изд. официальное, 2014. – 54 с.
8. ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества. – Москва: ИПК издательство стандартов: Изд. официальное, 2002. – 11 с.

9. ГОСТ Р 57790-2017 Конструкции деревянные несущие. Методы испытаний на прочность и деформативность. – Москва: Стандартинформ: Изд. официальное, 2019. – 14 с.
10. ГОСТ 16483.7-71 Древесина. Методы определения влажности. – Москва: Стандартинформ: Изд. официальное, 2006. – 3 с.
11. Krugliakova, V. M. Lifecycle of the facility and its cost at the construction stage // Сборник научных статей в издательстве E3S Web of Conferences. XIII International Scientific and Practical Forum “Environmental Aspects of Sustainability of Construction and Management of Urban Real Estate” (ESCM-2024). Moscow. - 2024. - №Том 535, С. 02021.
12. Круглякова, В. М., Связь этапов жизненного цикла строительного объекта и его стоимостных показателей / В. М. Круглякова, А. В. Мищенко // Журнал «Инженерные системы и сооружения». 2024. № 2(56). С. 33-40.

List of references

1. Federal Law of July 3, 2016 No. 237-FZ "On State Cadastral Valuation" (as amended on July 23, 2025) [Electronic resource]. Access mode: URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=523893&dst=100001#cYPFb9VAm6cB8zPk>, Title from the screen - Russian language (date of access: January 27, 2026).
2. Order of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation dated 14.04.2022 N 200 "On Approval of Federal Valuation Standards and on Amendments to Certain Orders of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation on Federal Valuation Standards" (together with the "Federal Valuation Standard "Structure of Federal Valuation Standards and Basic Concepts Used in Federal Valuation Standards (FSO I)", "Federal Valuation Standard "Types of Value (FSO II)", "Federal Valuation Standard "Valuation Process (FSO III)", "Federal Valuation Standard "Valuation Assignment (FSO IV)", "Federal Valuation Standard "Valuation Approaches and Methods (FSO V)", "Federal Valuation Standard "Valuation Report (FSO VI)")" dated 14.04.2022 [Electronic resource]. Access mode: URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_415358/75d46e20ecf3c84f4fa0bab4d9c654c00cdc9188/#dst100025, Title from the screen – Russian language (date of access: 01/27/2026).
3. SP 547.1325800.2025 Multi-apartment residential buildings. Rules for establishing the need for major repairs. Set of rules: official edition: approved. by order of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation dated September 22, 2025 No. 569/pr: date of introduction. 2025-10-23 – Moscow: Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation – 185 p.
4. GOST 22690-2015 Concrete. Determination of strength by mechanical methods of non-destructive testing. – Moscow: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification: Official ed., 2019. – 19 p.
5. GOST 28570-2019 Concrete. Methods for determining strength using samples taken from structures. – Moscow: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification: Official ed., 2019. – 12 p.
6. GOST 10180-2012 Concrete. Methods for determining strength using control samples. – Moscow: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification: Official ed., 2018. – 31 p.
7. GOST 31937-2011 Buildings and Structures. Rules for inspection and monitoring of technical condition. – Moscow: Interstate Council for Standardization, Metrology, and Certification: Official Publ., 2014. – 54 p.
8. GOST 3242-79 Welded Joints. Quality Control Methods. – Moscow: IPK Publishing House of Standards: Official Publ., 2002. – 11 p.
9. GOST R 57790-2017 Load-Bearing Wooden Structures. Strength and Deformability Test Methods. – Moscow: Standartinform: Official Publ., 2019. – 14 p.

10. GOST 16483.7-71 Wood. Moisture Content Determination Methods. – Moscow: Standartinform: Official Publ., 2006. – 3 p.

11. Krugliakova, V. M. Lifecycle of the facility and its cost at the construction stage // Collection of scientific articles published by E3S Web of Conferences. XIII International Scientific and Practical Forum “Environmental Aspects of Sustainability of Construction and Management of Urban Real Estate” (ESCM-2024). Moscow. - 2024. - No. Vol. 535, p. 02021.

12. Kruglyakova, V. M., The relationship between the stages of the life cycle of a construction project and its cost indicators / V. M. Kruglyakova, A. V. Mishchenko // Journal “Engineering Systems and Structures”. 2024. No. 2 (56). pp. 33-40.

УДК 69.059.25

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ НА ВСЕХ ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

М. А. Мещерякова, О. К. Мещерякова, Д. А. Островский

Мещерякова Мария Александровна, Воронежский государственный технический университет, д.э.н., профессор кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: masha0207@mail.ru

Мещерякова Ольга Константиновна, Воронежский государственный технический университет, д.э.н., профессор кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: onora@list.ru

Островский Даниил Александрович, Воронежский государственный технический университет, аспирант гр. АЖЦ-25, E-mail: daniostrowsky@gmail.com

Аннотация: жизненный цикл инвестиционно-строительного проекта охватывает все этапы создания, эксплуатации и вывода из эксплуатации объектов капитального строительства. В статье рассматриваются методы управления, применяемые на различных стадиях жизненного цикла, включая предынвестиционную, инвестиционно-строительную, эксплуатационную и этап реконструкции либо утилизации. Уточняется различие между жизненным циклом объекта капитального строительства и жизненным циклом инвестиционно-строительного проекта, что позволяет корректно разграничить границы ответственности участников и функции управления. Показано, что выбор модели жизненного цикла оказывает существенное влияние на систему управления проектом, формирование целей, распределение ролей и критерии оценки эффективности. Обосновывается необходимость интегрированного подхода к управлению инвестиционно-строительными проектами, ориентированного на долгосрочные результаты функционирования объекта и минимизацию совокупных затрат на протяжении всего срока его службы. Полученные выводы создают основу для последующей систематизации методов управления по этапам жизненного цикла и разработки комплексных моделей управления инвестиционно-строительными проектами.

Ключевые слова: жизненный цикл, инвестиционно-строительный проект, объект капитального строительства, методы управления.

METHODS OF MANAGEMENT OF INVESTMENT AND CONSTRUCTION PROJECTS AT ALL STAGES OF THE LIFE CYCLE

M. A. Meshcheriakova, O. K. Meshcheriakova, D. A. Ostrovsky

Meshcheriakova Maria Alexandrovna, Voronezh State Technical University, Doctor of Economic Sciences, Professor of the Department of Technology, Organization of Construction, Expertise and Real Estate Management, E-mail: masha0207@mail.ru

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

Ostrovsky Daniil Alexandrovich, Voronezh State Technical University, Master's student gr. zm TPR-211, E-mail: daniostrowsky@gmail.com

Abstract: the life cycle of an investment and construction project covers all stages of creation, operation and decommissioning of capital construction facilities. This article examines management methods applied at various stages of the life cycle, including the pre-investment, investment and construction, operational, and reconstruction or disposal stages. The distinction between the life cycle of a capital construction facility and the life cycle of an investment and construction project is clarified, which makes it possible to correctly define the boundaries of responsibility of project participants and management functions. It is shown that the choice of a life cycle model has a significant impact on the project management system, goal formulation, role distribution and performance evaluation criteria. The necessity of an integrated management approach focused on long-term operational results of the facility and minimization of total life cycle costs is substantiated. The obtained conclusions form the basis for further systematization of management methods by life cycle stages and for the development of comprehensive management models for investment and construction projects.

Keywords: life cycle, investment and construction project, capital construction facility, management methods.

Жизненный цикл (ЖЦ) объекта капитального строительства - фундаментальное понятие, определяющее рамки и логику управления инвестиционно-строительными проектами (рис. 1). От замысла до вывода объекта из эксплуатации проходят десятилетия, на протяжении которых принимаются управленческие решения, влияющие на стоимость, надёжность и эффективность объекта. Поэтому ориентация на полный жизненный цикл позволяет учесть долгосрочные последствия решений, принятых на ранних этапах проекта. В российской нормативной базе ЖЦ здания или сооружения официально определяется как период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство, эксплуатация (включая ремонты), возможные реконструкции, капитальный ремонт и конечный снос объекта [1]. Иными словами, законодательно подчеркивается, что «жизнь» капитального объекта не ограничивается строительством, а включает стадию использования и завершается ликвидацией. Это понимание делает ЖЦ ключевой категорией управления: без него невозможно полноценно оценить эффективность проекта, учитывая последующие расходы и выгоды эксплуатации.



Рис. 1. Все этапы жизненного цикла строительного проекта

В теории управления проектами и в практической деятельности разных организаций используется несколько моделей жизненного цикла, что приводит к разночтениям границ проектов и ответственности участников. Одни подходы ограничиваются инвестиционно-

строительной фазой (от идеи до ввода объекта в эксплуатацию), другие включают и стадию эксплуатации. Различия прослеживаются и в терминологии: где-то под жизненным циклом понимают «цикл проекта», а где-то - «цикл объекта». Эти расхождения влияют на распределение функций управления: в зависимости от принятой модели по-разному определяются моменты начала и завершения проекта, состав его стадий, а значит - кто и за что отвечает на каждой стадии. Во введении важно отметить, что неправильное понимание границ жизненного цикла может привести к разрыву в управлении: например, если проектную деятельность завершить на этапе сдачи объекта, то ответственность за дальнейшую эксплуатацию выпадает из фокуса команды проекта. Поэтому необходимо проанализировать разные подходы к структуре ЖЦ и понять, как они сказываются на системе управления инвестиционно-строительными проектами.

В российской нормативно-правовой базе понятие ЖЦ объекта закреплено на уровне федерального закона. Согласно техническому регламенту о безопасности зданий и сооружений (384-ФЗ), жизненный цикл здания или сооружения охватывает весь период: от инженерных изысканий и проектирования - через строительство - до этапов эксплуатации, возможных модернизаций (реконструкций, капремонтов) и окончательного сноса. Аналогичные определения приводятся и в отраслевых стандартах. Например, Свод правил СП 333 «Информационное моделирование» фактически дублирует эту схему, перечисляя стадии существования здания: изыскания, проектирование (с экспертизой), строительство (включая консервацию и ввод в эксплуатацию), эксплуатация (и текущий ремонт), реконструкция, капитальный ремонт и утилизация объекта. Таким образом, по нормативному подходу ЖЦ объекта недвижимости включает не только создание, но и всю последующую эксплуатацию построенного здания. Международные стандарты также поддерживают целостный подход: ISO 15686-1 (стандарт по планированию срока службы) описывает жизненный цикл построенного объекта как последовательность этапов от инициирования проекта и проектирования до эксплуатации, технического обслуживания, обновления (refurbishment/replacement) и окончательной утилизации или повторного использования конструкций. В научно-технической литературе часто подчёркивается, что срок службы здания может включать несколько циклов «обновления» - например, здание может пережить множество проектов реконструкции или модернизации за свою жизнь. Это позволяет представить ЖЦ объекта как совокупность череды инвестиционно-строительных проектов: первоначального создания и последующих проектов по улучшению или восстановлению объекта.

Под жизненным циклом самого проекта обычно понимают последовательность фаз проектной деятельности от его начала до завершения. Классическая модель управления проектами (в том числе отражённая в российских практиках) выделяет фазы инициирования, планирования (в строительстве - это этап обоснования инвестиций и проектирования), реализации (строительства, включая закупки ресурсов, монтаж оборудования, пусконаладочные работы) и завершения проекта [2]. Так, Ю. В. Медяник определяет ЖЦ проекта как набор последовательных фаз от момента его начала до полного окончания, причём количество фаз может варьироваться в зависимости от содержания проекта. Конкретно для инвестиционно-строительных проектов часто упоминаются следующие крупные стадии: предынвестиционная (предпроектная) подготовка, проектирование, строительство, ввод объекта в эксплуатацию. Например, в практике российских инжиниринговых компаний (см. *Smart Construction Casebook*, 2022) используются три основных этапа: предпроектная стадия, проектирование объекта, строительство и ввод в эксплуатацию. Эта модель фактически завершает жизненный цикл проекта моментом сдачи готового объекта инвестору.

Однако существует и расширенный взгляд, при котором границы инвестиционно-строительного проекта охватывают и последующую эксплуатацию объекта. Такой подход применяется, например, в рамках контрактов жизненного цикла (когда подрядчик отвечает и

за строительство, и за обслуживание объекта) и в проектах государственно-частного партнёрства. В академической среде также встречается включение эксплуатационной фазы в ЖЦ проекта. Так, О. В. Дидковская отмечает, что жизненный цикл инвестиционно-строительного проекта включает весь путь от обоснования инвестиций до стадии эксплуатации построенного объекта [3]. При этом в структуру ЖЦ проекта входят также процедуры экспертизы и аудита, сопровождающие каждую фазу. Данный подход подчёркивает непрерывность процесса создания ценности: проект считается полностью реализованным лишь после того, как объект не только построен, но и эффективно функционирует в пользовании.

Сопоставление разных схем жизненного цикла показывает несколько ключевых отличий. Во-первых, набор стадий: нормативный ЖЦ объекта включает больше этапов (эксплуатация, ремонты, реконструкция, снос), тогда как классический ЖЦ проекта фокусируется на этапах разработки и строительства. Во-вторых, различаются границы начала и окончания. Жизненный цикл объекта стартует с появлением замысла или необходимости (формально - с изысканий и проектирования) и завершается прекращением существования объекта (ликвидацией). В отличие от него, жизненный цикл проекта обычно имеет более узкие временные рамки - с момента решения о начале проектной деятельности (приказ о проекте, инвестиционное решение) до момента достижения проектной цели (например, сдачи объекта заказчику или выхода на плановую мощность). Зачастую проект не охватывает длительную многолетнюю эксплуатацию - она рассматривается как постпроектная деятельность другого участника (операционной компании, эксплуатирующей организации). В-третьих, вопрос включения эксплуатации и реконструкции: для жизненного цикла объекта эти стадии обязательны (объект непременно эксплуатируется, пока не придёт в негодность, и может пережить реконструкцию), а для жизненного цикла проекта - опциональны. Большинство инвестиционно-строительных проектов завершаются вводом в эксплуатацию, и только специальные «жизненно-цикловые» контракты или проекты развития охватывают также период эксплуатации. Например, проект строительства по традиционной схеме заканчивается актом ввода здания в эксплуатацию, тогда как проект по схеме концессии может включать 10-20 лет его последующей эксплуатации[4,5].

Все эти различия обуславливают необходимость чётко разделять понятия ЖЦ объекта и ЖЦ проекта. Объект недвижимости живёт дольше, чем отдельный проект: за время существования здания может быть реализовано множество проектов (капитальные ремонты, модернизации и пр.). Первый из них - создание объекта «с нуля» - лишь открывает жизненный путь здания. Поэтому ЖЦ инвестиционно-строительного проекта *не равен* ЖЦ самого здания: проект - это временное предприятие с определёнными границами, а объект - долгосрочный материальный актив со своей «биографией». В литературе встречается даже дифференциация понятий «Project - Asset - Business» (проект - актив - бизнес), подчёркивающая, что длительный инвестиционный проект может совпадать по продолжительности с бизнес-циклом компании, но не охватывает весь срок службы созданного актива. Признание этого факта позволяет строить более корректные модели управления: проектный менеджмент отвечает за реализацию конкретного проекта, а управление активом - за эффективность объекта на протяжении эксплуатации. Соответственно, смешение этих понятий может привести к тому, что от менеджера проекта начнут ожидать результатов, лежащих за пределами его временной ответственности (например, безаварийной работы здания через 30 лет после строительства). Современные стандарты рекомендуют разграничивать эти уровни и для каждого устанавливать свой жизненный цикл и критерии успеха.

Различная структуризация жизненного цикла существенно влияет на систему управления инвестиционно-строительным проектом. Прежде всего, постановка целей проекта соотносится с границами ЖЦ: если проект рассматривается только до ввода объекта, то главными целями будут сроки, бюджет и качество строительства. В такой модели успех

измеряется сдачей объекта в эксплуатацию, а его дальнейшая судьба выпадает из поля зрения проектной команды. Наоборот, если проект ориентирован на весь жизненный цикл объекта, то цели формулируются шире - например, минимизация совокупных затрат на строительство *и последующую эксплуатацию*, обеспечение заданного уровня показателей в течение службы (энергоэффективности, безопасности и т.д.). В этом случае успех проекта оценивается с учётом эксплуатационной эффективности объекта. Таким образом, границы ЖЦ задают рамки проектных целей: узкий ЖЦ (до сдачи) порождает узкие цели, полный ЖЦ - цели с долгосрочным эффектом.

Распределение ответственности между участниками проекта также зависит от принятой модели жизненного цикла. При традиционном подходе (проект завершается сдачей) ответственность генерального подрядчика и проектного менеджера заканчивается на этапе ввода объекта. Эксплуатация полностью переходит к другому участнику - эксплуатирующей организации или собственнику. Это часто приводит к разрыву: решения, принятые на стадии проектирования и строительства, могут не оптимизировать затраты и риски эксплуатации, ведь те, кто строил, не несут прямой ответственности за долгосрочные эффекты [6]. Например, подрядчик может выбрать более дешёвые материалы, снижая первоначальные затраты, но увеличивая расходы на обслуживание здания в будущем - и его мало волнуют эти будущие расходы, если контракт не включает обязательств по обслуживанию. В результате собственник столкнётся с повышенными эксплуатационными издержками, хотя проект формально уложился в бюджет. При интегрированном же подходе, охватывающем весь ЖЦ, зоны ответственности пересматриваются: подрядчик или консорциум может нести ответственность и за техническое обслуживание объекта в течение определённого срока после строительства. Такая схема (вплоть до полной модели *Design-Build-Operate-Maintain*) стимулирует участников уже на этапе реализации проекта принимать решения, выгодные на долгосрочную перспективу. Распределение ролей становится более сложным - появляются новые функции, например, специалист по эксплуатации в команде проекта, консультанты по управлению жизненным циклом, и т. д., но при этом повышается связность этапов. Как отмечает В. Малахов, необходимо избегать ситуаций, когда переход между этапами ЖЦ проекта оторван от переходов между этапами ЖЦ объекта [7]. Иными словами, кто-то должен «держат руку» на всём цикле, обеспечивая преемственность информации и решений.

Методы планирования и контроля проекта напрямую вытекают из структуры ЖЦ. Если проект охватывает только строительную фазу, то и инструменты планирования концентрируются на графике СМР (строительно-монтажных работ), бюджете строительства, управлении контрактами подрядчиков. Контроль заканчивается на показателях ввода объекта (сдача, соответствие проекту) [8]. Однако при широком ЖЦ в планировании появляются дополнительные разделы: планирование затрат *на жизненный цикл* (life cycle costing), график мероприятий по эксплуатации и ремонту, план перехода объекта в фазу использования. Например, на предынвестиционной стадии при таком подходе выполняется анализ стоимости владения объектом: рассчитываются не только инвестиции, но и будущие эксплуатационные расходы, чтобы оптимизировать общее значение. Методы экономической оценки проекта тоже меняются - применяется дисконтирование денежных потоков за весь период службы объекта, вычисляется чистый приведённый доход с учётом эксплуатации, а не только доход от продажи или первоначальной функции. На стадии проектирования в рамках жизненного цикла особое внимание уделяется решениям, которые влияют на долговечность и стоимость обслуживания (выбор материалов, инженерных систем). Известно, что именно на ранних этапах закладывается до 80% стоимости жизненного цикла здания - поэтому управление на этих этапах критично. Если же рассматривать проект изолированно, без таких методик, велика опасность принятия субоптимальных решений: например, снижение капитальных затрат ценой многократного роста будущих расходов на энергию или ремонт. Интеграция управления на этапах проектирования и эксплуатации

позволяет избежать подобных ловушек, обеспечивая баланс «затраты-качество-время» не только для строительства, но и для эксплуатации объекта (иногда говорят о переходе от треугольника проекта к «треугольнику стоимости ЖЦ»).

Наконец, оценка эффективности проекта и объекта заметно различается в зависимости от выбранных границ ЖЦ. В традиционной модели успех инвестиционно-строительного проекта фиксируется в момент завершения работ: объект построен в срок и в рамках бюджета - значит, проект эффективен. Однако в рамках полного жизненного цикла этого недостаточно. Объект может оказаться экономически неэффективным в эксплуатации (например, высокие коммунальные затраты, частые простои на ремонты) или социально/экологически неустойчивым. Поэтому целесообразно оценивать эффективность *на горизонте всего жизненного цикла* [9]. Практически это реализуется через показатели, учитывающие фазу эксплуатации: срок окупаемости инвестиций с учётом эксплуатационных расходов, совокупная стоимость владения, уровень комфортности и безопасности на протяжении службы здания и т.п. Такой подход требует сбора и анализа данных не только в ходе строительства, но и после ввода объекта - что связано с концепцией управления жизненным циклом объекта. Последняя подразумевает организацию процесса, при котором все этапы «жизни» объекта связаны в единый информационный поток, позволяющий передавать накопленные знания от одной стадии к другой. Например, данные об эксплуатационных отказах могут быть возвращены на стадию проектирования новых объектов (для улучшения решений), а документация, сформированная при проектировании, используется на стройплощадке и далее при эксплуатации (идеология BIM). Внедрение таких систем (часто называемых PLM - Product Lifecycle Management, или в стройке - СУЖЦ, система управления жизненным циклом) повышает прозрачность и контролируемость проекта на всех стадиях. Без них, если управлять только «строительной частью», есть риск потерять информацию и ответственность на стыке со стадией эксплуатации [10].

Таким образом, структура жизненного цикла выступает своего рода «рамой», внутри которой строится вся система управления проектом (рис. 2). Если эта рама охватывает только строительство, то многое остаётся за кадром - и впоследствии может обернуться непредвиденными проблемами. Если же рама охватывает весь путь объекта, управление усложняется, но становится более целостным и ориентированным на конечный результат в масштабах всего срока службы.

Предынвестиционный этап —	анализ эффективности, технико-экономическое обоснование, риск-анализ
Этап проектирование —	календарное планирование, управление качеством, управление требованиями
Этап строительства —	контроль сроков, управление затратами, управление подрядчиками
Этап эксплуатации —	управление активами, мониторинг показателей, техническое обслуживание
Этап реконструкции / утилизации —	анализ остаточного ресурса, планирование модернизации
Этап реконструкции / утилизации	анализ остаточного ресурса, планирование модернизации

Рис. 2. Распределение методов управления по этапам жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта

С учётом рассмотренных моделей жизненного цикла и логики управления проектом можно выделить следующие тезисы:

1. Существует множество моделей жизненного цикла, что порождает разночтения. В российской нормативной базе закреплена всеобъемлющая модель ЖЦ объекта (от замысла до сноса), тогда как в практике управления проектами часто оперируют сокращёнными циклами (например, «идея - проектирование - строительство - сдача»). Это разнообразие приводит к нестыковкам в терминологии и в понимании границ ответственности. В научной и учебной литературе подчёркивается необходимость явно указывать, какую модель ЖЦ используют в каждом случае, чтобы избежать путаницы.

2. Жизненный цикл объекта капитального строительства и жизненный цикл инвестиционно-строительного проекта - не одно и то же. Объект недвижимости имеет более длительный и содержательный жизненный путь, включающий эксплуатацию и возможные реконструкции, тогда как проект - это ограниченное во времени мероприятие по созданию (или преобразованию) объекта. Проще говоря, проект - это «первое действие» в «жизни» объекта. В процессе эксплуатации объект может претерпеть новые проекты (ремонт, модернизации), поэтому ЖЦ объекта включает множество проектных циклов. Для эффективного управления важно чётко разделять эти понятия: метрики успеха и методы работы для проекта и для последующего управления активом различаются.

3. Структура выбранного жизненного цикла определяет систему управления проектом. Если проектная деятельность рассматривается только до ввода в эксплуатацию, то система управления нацелена в первую очередь на треугольник «сроки-стоимость-качество» строительства. При включении же стадии эксплуатации в поле зрения, система управления дополняется новыми элементами: планированием затрат на жизненный цикл, контролем показателей надёжности и эффективности в эксплуатации, и т.д. Распределение ролей тоже меняется: интегрированный подход подразумевает вовлечение эксплуатантов на ранних этапах и возможное расширение ответственности подрядчиков за постстроительный этап. Выбор модели ЖЦ, таким образом, влияет на то, какие решения считаются частью проекта и кем они принимаются.

4. Игнорирование стадии эксплуатации ведёт к недоучёту последствий и стоимости владения. Ограничение управления только инвестиционно-строительной фазой может привести к субоптимальным решениям - например, экономия на начальных затратах, оборачивающаяся ростом расходов на содержание здания. Рассмотрение же полного жизненного цикла даёт возможность оптимизировать совокупную эффективность: за счёт чуть более дорогих, но энергоэффективных решений на этапе строительства можно снизить расходы на десятилетия вперёд. Таким образом, подход, учитывающий весь ЖЦ, обеспечивает более сбалансированное принятие решений в интересах долгосрочной выгоды.

5. Интегрированное управление на всём протяжении жизненного цикла - перспективный путь развития отрасли. Внедрение технологий информационного моделирования (BIM) и концепции управления жизненным циклом (PLM) в строительстве свидетельствует о стремлении связать разрозненные этапы в единый процесс. Такой интегрированный подход позволяет накапливать знания об объекте и повышать качество решений на всех стадиях - от концепции до утилизации. Практическое применение этого подхода (например, через контракты жизненного цикла, концессии или создание единой информационной среды проекта) уже показывает повышение прозрачности и ответственности. Это подтверждает целесообразность ориентирования управления инвестиционно-строительными проектами не только на результат строительства, но и на эффективность объекта в эксплуатации.

6. Необходимость дальнейшего развития методологии. Рассмотренные выводы создают основу для разработки новой системы управления ИС-проектами, ориентированной на весь жизненный цикл объекта капитального строительства. Такая система должна объединять инструменты проектного менеджмента и управления активами, обеспечивая

преимущество целей и данных от этапа замысла до этапа эксплуатации. Дальнейшие исследования могут быть направлены на формирование моделей, регламентов и цифровых решений, поддерживающих подобный интегрированный подход. Это позволит отрасли перейти от краткосрочного подхода к проектам к стратегии долгого жизненного цикла, что особенно актуально в условиях повышения требований к эффективности, безопасности и устойчивости строительства.

Список литературы

1. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013) «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» // СПС «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 29.01.2026).
2. Медяник, Ю. В. Инжиниринг в инвестиционно-строительной деятельности : учебное пособие. - Казань : Изд-во КазГАСУ, 2021. - 88 с.
3. Дидковская, О. В. Управление жизненным циклом инвестиционно-строительных проектов с применением современных программно-информационных ресурсов: материалы круглого стола (Самара, 19.11.2019) / О. В. Дидковская // Самарский государственный технический университет [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://samgtu.ru/ffaci/management/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 29.01.2026).
4. Smart Construction Casebook - 1. Этапы жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта / Центр компетенций в строительстве ГК SMART ENGINEERS. - М. : Smart Engineers, 2022. - 152 с.
5. 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.
6. 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.
7. Малахов, В. Инжиниринг жизненного цикла / В. Малахов // Строительный эксперт. – 2021. – 2 нояб. [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://ardexpert.ru/article/20733/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 29.01.2026).
8. ISO 15686-1:2011. Buildings and constructed assets - Service life planning - Part 1: General principles and framework. - Geneva : International Organization for Standardization, 2011. - 21 p.
9. 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.
10. Мышовская, Л. П. Внедрение системы оценки качества и комфорта проживания в новостройках как инструмент сбалансированного развития жилищного строительства в регионах / Л. П. Мышовская, С. А. Степанцова, М. А. Мещерякова // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2017. – № 2. – С. 33-37.

List of references

1. Federal Law No. 384-FZ of 12/30/2009 (as amended on 07/02/2013) "Technical Regulations on the safety of buildings and structures" // SPS "ConsultantPlus" [Electronic resource]: Access mode: URL: [http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720 /](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/), Title. From the screen. – Yaz. rus. (accessed: 01/29/2026).
2. Medyanik, Yu. V. Engineering in investment and construction activities : a textbook. Kazan : KazGASU Publishing House, 2021. 88 p.

3. Didkovskaya O. V. Life cycle management of investment and construction projects using modern software and information resources: materials of the round table (Samara, 19.11.2019) / O. V. Didkovskaya // Samara State Technical University [Electronic resource]: Access mode: URL: [https://samgtu.ru/ffaci/management /](https://samgtu.ru/ffaci/management/), Title. From the screen. – Yaz. rus. (accessed: 01/29/2026).
4. Smart Construction Casebook - 1. Life cycle stages of an investment and construction project / SMART ENGINEERS Group Competence Center in Construction. Moscow : Smart Engineers, 2022. 152 p.
5. 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.
6. 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.
7. Malakhov, V. Life cycle engineering / V. Malakhov // Construction expert. – 2021. – November 2. [Electronic resource]: Access mode: URL: [https://ardexpert.ru/article/20733 /](https://ardexpert.ru/article/20733/), Title. From the screen. – In Russian (accessed: 01/29/2026).
8. ISO 15686-1:2011. Buildings and constructed assets - Service life planning - Part 1: General principles and framework. - Geneva : International Organization for Standardization, 2011. - 21 p.
9. Meshcheryakova O. K., Meshcheryakova M. A., Tutova S. S. Features of investing at the stages of the life cycle of a construction object // Construction and real estate. – 2025. – № 2(17). – Pp. 69-73.
10. Myshovskaya, L. P. Introduction of a system for assessing the quality and comfort of living in new buildings as a tool for balanced development of housing construction in the regions / L. P. Myshovskaya, S. A. Stepantsova, M. A. Meshcheryakova // FES: Finance. Economy. Strategy. - 2017. – No. 2. – pp. 33-37.

УДК 69.002.5:658.5

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПРЕОДОЛЕНИЯ БАРЬЕРОВ ВНЕДРЕНИЯ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТОВ

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

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

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

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

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

Аннотация: в статье проведен системный анализ ключевых барьеров, препятствующих успешному внедрению бережливого управления (Lean Construction) в строительную отрасль на этапах жизненного цикла строительства объектов. На основе анализа отраслевых исследований определяются организационно-культурные, методические, кадровые, технологические и отраслевые категории системных проблем. В исследованиях доказывается, что основными препятствиями являются сопротивление изменениям, отсутствие поддержки со стороны руководства, недостаток осведомленности и понимания о философии Lean, дезинтеграция участников процесса, вызванная устаревшей моделью процесса, а также слабая роль цифровизации в строительстве. В работе предлагаются практические рекомендации и стратегические направления по преодолению выявленных барьеров, включая формирование культуры непрерывных улучшений, адаптацию инструментов Lean и развитие компетенций персонала, направленные на повышение эффективности управления строительными проектами и оптимизацию процессов.

Ключевые слова: бережливое управление, барьеры внедрения, жизненный цикл объектов строительства, оптимизация, потери, пути преодоления.

ANALYSIS OF WAYS TO OVERCOME BARRIERS TO THE IMPLEMENTATION OF LEAN PRODUCTION IN CONSTRUCTION AT DIFFERENT STAGES OF THE LIFE CYCLE OF FACILITIES

O. K. Meshcheryakova, M. A. Meshcheryakova, I. A. Potekhin, A. V. Batova

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

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

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

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

Abstract: the article provides a systematic analysis of key barriers to the successful implementation of Lean Construction in the construction industry at the stages of the construction life cycle of facilities. Based on the analysis of industry research, organizational, cultural, methodological, personnel, technological and industry categories of systemic problems are determined. Studies prove that the main obstacles are resistance to change, lack of support from management, lack of awareness and understanding of Lean's philosophy, disintegration of process participants caused by an outdated process model, and the weak role of digitalization in construction. The paper offers practical recommendations and strategic directions to overcome the identified barriers, including the formation of a culture of continuous improvements, the adaptation of Lean tools and the development of personnel competencies aimed at improving the efficiency of construction project management and process optimization.

Keywords: lean management, implementation barriers, construction project lifecycle, optimization, waste, overcoming solutions

Современный этап развития глобальной экономики нуждается в оптимизации ресурсов, сокращении сроков и повышении качества конечной продукции. Многие секторы промышленности активно внедряют принципы и инструменты бережливого производства (Lean Production), показывая кардинальные улучшения в производительности труда. Строительная отрасль, являясь одной из ведущих сфер эффективности экономического роста и формирования инфраструктуры, остается на данный момент наименее продуктивным сектором с точки зрения управления процессами, что приводит к перерасходу бюджетов, срыву сроков и снижению производительности труда. В условиях растущей конкуренции и необходимости реализации масштабных проектов актуальность внедрения инновационных подходов бережливого строительства (Lean Construction) становится достаточно важной [1].

Концепция Lean Construction, возникшая как адаптация принципов бережливого производства компании Toyota Production System к специфике строительства, направлена на увеличение ценности для заказчика при сокращении всех видов потерь (муда). Однако широкое применение философии Lean в строительстве сталкивается с множеством препятствий, несмотря на положительный опыт в сокращении сроков строительства и затрат [2]. Например, на энергоблоке Калининской АЭС удалось вдвое сократить сроки монтажных работ, а при строительстве установки замедленного коксования НПЗ «ТАНЕКО» в Нижнекамске - на 15-20%.

Рассмотрим барьеры, препятствующие успешной реализации принципов Lean в строительстве на этапах жизненного цикла объектов, которые можно представить в нескольких ключевых категориях (рис. 1).



Рис. 1. Ключевые категории барьеров, препятствующих реализации принципов Lean [3]

Рассмотрим более детально сущность, обозначенных в рисунке 1 групп барьеров.

1. Организационные и культурные барьеры.

Данная группа является наиболее существенной, так как затрагивает ментальные установки и устоявшиеся модели поведения:

- Сопротивление изменениям на всех уровнях. Сотрудники и менеджеры часто воспринимают Lean как угрозу устоявшимся практикам, дополнительную нагрузку или временную «кампанию». Культура, в которой проблемы скрываются или служат поводом для наказания, а не для анализа и улучшений, является прямым антагонистом философии непрерывного совершенствования (Kaizen).

- Недостаточная поддержка и приверженность топ-менеджмента. Отсутствие последовательной и видимой поддержки со стороны руководства - один из трех главных барьеров по данным исследований. Без лидерской воли и ресурсов любые инициативы остаются локальными и несистемными.

- Слабая координация и коммуникация между участниками проекта. Традиционная фрагментарная модель, где заказчик, проектировщик, генподрядчик и субподрядчики работают обособленно, противоречит принципам интегрированного проектирования и вытягивающего планирования (Pull Planning). Это приводит к ошибкам на стадии проектирования, неполной документации и несогласованности графиков [4].

2. Методические и кадровые барьеры:

- Непонимание сути философии Lean. На многих предприятиях Lean воспринимают как набор разрозненных инструментов (5S, канбан) для быстрого сокращения издержек, а не как целостную производственную философию, меняющую подход к управлению ценностью. Это приводит к формальному внедрению и разочарованию в результатах.

- Дефицит квалифицированных кадров и знаний. Нехватка специалистов, глубоко понимающих Lean, и отсутствие системного обучения - серьезное препятствие. Работники часто не владеют необходимыми навыками для анализа процессов и участия в улучшениях.

- Проблемы с терминологией и адаптацией. Механическое копирование японской или английской терминологии без адаптации к местному контексту может вызывать отторжение у персонала. Успешные компании (как, например, «СиБУР» с системой «СОВА») создают собственные, понятные аналоги инструментов.

3. Технологические и отраслевые барьеры:

- Уникальность строительных объектов. В отличие от заводского конвейера, каждый строительный проект уникален по местоположению, условиям и участникам, что затрудняет тиражирование стандартизированных решений.

- Сложность цепочек поставок и логистики. Простой из-за несвоевременных или некомплектных поставок материалов - одна из основных видимых потерь на стройплощадке. Управление сложной логистикой в условиях изменчивых внешних факторов остается серьезным вызовом.

- Недостаточное использование современных технологий. Несмотря на потенциал информационного моделирования (BIM) для визуализации потоков создания ценности (VSM) и повышения координации, его интеграция с практиками Lean происходит медленно.

Исходя из частоты и влияния, можно определить рейтинг ключевых барьеров, для преодоления которых требуется определенный комплексный и последовательный подход.

1. Сопротивление изменениям и отсутствие Lean-культуры [5].

Для решения преодоления данного барьера необходимо сформировать культуру непрерывных улучшений (Kaizen), то есть создать атмосферу доверия, где проблемы - это возможности для роста, внедрить практики, подобные «доскам решения проблем», для вовлечения каждого сотрудника.

2. Недостаток поддержки топ-менеджера.

Активное лидерство и вовлеченность высшего руководства может положительно повлиять на преодоление данного барьера. Топ-менеджер должен не только инициировать изменения, но и лично участвовать в обучении, мероприятиях по улучшению (Kaizen events) и демонстрировать приверженность принципам Lean на практике.

3. Низкая осведомленность и непонимание философии Lean.

Поэтапное внедрение и адаптация инструментов: следует начинать с пилотных проектов, которые могут дать быстрый видимый результат (например, организация рабочих мест по 5S или внедрение системы оперативного управления). Инструменты и термины необходимо адаптировать к специфике компании и отрасли.

4. Слабая межфункциональная коммуникация и квалификация персонала.

В данном случае необходимо привлечение инвестиций в обучение и развитие компетенций: разработать и реализовать программы обучения для разных уровней персонала - от рабочих до руководителей, делая акцент на «обучении действием» (learning by doing) в рамках реальных проектов.

5. Дефицит знаний и квалификации персонала.

Для ликвидации данного барьера необходима интеграция процессов и технологий, а именно развитие практик раннего вовлечения подрядчиков и совместного проектирования, активное использование BIM-технологий и других цифровых инструментов для управления потоками создания ценности и повышения прозрачности процессов [6].

Вес и значимость выявленных барьеров варьируется от этапа жизненного цикла объекта. Соответственно, и стратегии их преодоления должны быть дифференцированы. Приоритетные барьеры и ключевые меры по их преодолению на каждом этапе можно представить в виде матрицы (см. табл. 1) [7].

Таблица 1

Матрица приоритетных барьеров и способы их преодоления по этапам жизненного цикла объекта

№ п/п	Этап жизненного цикла	Ключевые барьеры	Рекомендуемые способы преодоления
1.	Предпроектный и проектный	1. Слабая межфункциональная коммуникация (застройщик - проектировщик). 2. Непонимание философии Lean при формировании технического задания. 3. Отсутствие поддержки тон-менеджера в интеграции процессов.	<ul style="list-style-type: none"> • Внедрение принципов интегрированного проектирования (IPD/Alliancing) даже в формате «мягких» соглашений (Early Contractor Involvement). • Проведение Lean-воркшопов по формированию ценностного предложения с ключевыми участниками. • Использование BIM на стадии концепции для совместного выявления и устранения будущих коллизий и потерь.
2.	Организационно-подготовительный	1. Дефицит квалификации в методах Lean-планирования. 2. Соппротивление линейных руководителей. 3. Недостаточная техническая подготовка.	<ul style="list-style-type: none"> • Обязательное обучение и сертификация системы Last Planner® (LPS) для ППР, мастеров, прорабов. • Пилотные «кайдзен-сессии» по оптимизации планировки стройплощадки, логистических схем. • Разработка стандартных операционных карт (СОП) для ключевых процессов.
3.	Основное строительство (СМР)	1. Соппротивление изменениям на уровне рабочих. 2. Сбои в логистике и поставках. 3. Слабая оперативная коммуникация.	<ul style="list-style-type: none"> • Ежедневные летучки (Huddle Meeting) у визуальных досок планирования для синхронизации задач. • Внедрение простых вытягивающих систем (канбан) для снабжения участков материалами и оборудованием. • Визуализация показателей безопасности и качества непосредственно на рабочих местах.

Продолжение табл. 1

№ п/п	Этап жизненного цикла	Ключевые барьеры	Рекомендуемые способы преодоления
4.	Завершение, ввод в эксплуатацию	1. Накопление большого объема недоделок (Punch List). 2. Возврат к «тушению пожаров». 3. Отсутствие процедуры извлечения уроков.	<ul style="list-style-type: none"> • Поэтапная приемка и ввод узлов/систем по мере готовности (залоговое удержание). • Регулярные совместные обходы с заказчиком для оперативного составления и закрытия Punch List. • Обязательное проведение ретроспективы проекта (Lesson Learned) с фиксацией успехов и проблем для базы знаний.

На ранних этапах критически важны управленческие и организационные изменения (интеграция, планирование), тогда как на этапах СМР возрастает роль операционных инструментов и вовлечения непосредственных исполнителей. На финальной стадии ключевым становится закрепление результатов и институционализации полученного опыта.

На основе проведенного анализа можно разработать трехуровневую модель внедрения, связывающую стратегические, тактические и операционные аспекты (рис. 2). Данная модель позволит структурировать процесс трансформации и распределить ответственность [8].



Рис. 2. Интегрированная многоуровневая модель внедрения Lean Construction

1. Стратегический уровень: задает общее направление. Здесь ключевыми являются не финансовые декларации, а конкретные действия: публичное принятие «Хартии бережливого строительства» для компании, создание Офиса преобразований (Lean Office), личное участие руководства в плановых обзорах и обучениях. Барьер «недостаток поддержки топ-менеджера» преодолевается именно на этом уровне через демонстрацию приверженности.

2. Тактический уровень (два взаимосвязанных контура):

- Контур управления проектом: фокусируется на методах, интегрирующих всех участников (LPS, Takt Planning, совместное проектирование). Его цель – обеспечить бесперебойный поток работ и материалов.

- Контур развития организации: отвечает за создание инфраструктуры для изменений: разработка программ обучения, адаптация инструментов под специфику компании, пересмотр системы KPI в сторону показателей потока (время цикла, PPC) и качества.

3. Операционный уровень: это уровень реальных изменений на стройплощадке. Эффективность инструментов (5S, канбан) здесь напрямую зависит от понимания их цели работниками, чему способствует вовлечению в процессы планирования (через LPS) и улучшений (через кайдзен). Преодоление «сопротивления изменениям» происходит через empowerment – предоставление возможности влиять на свою работу.

Таким образом, успешное преодоление барьеров внедрения бережливого строительства требует не набора разрозненных действий, а реализации целостной программы организационной трансформации. Предложенные решения – от анализа барьеров по этапам жизненного цикла объекта до разработки интегрированной модели и дорожной карты внедрения – образует системный подход [8].

Ключевым выводом является необходимость синхронного воздействия на три основных фронта:

1. Люди и культура.

Формирование среды доверия и непрерывного обучения, где лидерство исходит от топ-менеджмента, а инициатива поддерживается на всех уровнях.

2. Процессы и методы.

Переход от разрозненного управления функциями к управлению сквозными потоками создания ценности с помощью адаптированных инструментов (LPS, IPD, Takt).

3. Технологии и данные.

Использование BIM и цифровых платформ как «единого источника истины», обеспечивающего прозрачность, координацию и основу для принятия решений, основанных на данных.

Только такой комплексный подход позволит трансформировать барьеры в точки роста, обеспечив строительным компаниям не только операционные улучшения, но и долгосрочную конкурентоспособность на рынке. Внедрение бережливого управления в строительную отрасль нуждается в глубокой организационной трансформации. Основные барьеры внедрения бережливого строительства носят не технический, а гуманитарный характер: это сопротивление изменениям, недостаток понимания и слабость организационной культуры, что требует устранения системных причин проблем.

Успех возможен только при условии системного подхода, когда топ-менеджер выступает драйвером изменений, тогда философия Lean воспринимается как основа для долгосрочного развития, а инструменты адаптируются к уникальным условиям строительного проекта [9].

Список литературы

1. Джефферсон, Т. Бережливое строительство: концепция и практика /Т. Джефферсон, Д. Холл, Т. Андерсон// Международный журнал строительного управления и экономики. – 2008. – № 6. – С. 515–526.
2. Мещерякова, О. К. Стоимость жизненного цикла "зеленого" многоквартирного дома // О. К. Мещерякова, Е. Н. Сорочан, Д. Е. Курбаков, Е. В. Романенко // Инженерные системы и сооружения. 2025. № 3 (61). С. 25-36.
3. Уайтхирст, А. Руководство по внедрению бережливого строительства в строительной отрасли /А. Уайтхирст // Международный журнал строительства и проектного менеджмента. – 2014. – № 2. – С. 147–160.
4. Будзуляк, Б. В. Бережливое строительство – стратегическое направление развития отрасли / Б. В. Будзуляк, А. А. Апостолов, Н. Ф. Селезнев, Л. П. Моисеев // Трубопроводный транспорт (теория и практика). – 2013. – № 3 (37). – С. 39–46.
5. Лемак, Д. Эффективность бережливого строительства: анализ факторов успеха и препятствий / Д. Лемак, П. Чаранка, М. Фрейденберг // Журнал строительства и проектирования. – 2016. – № 6. – С. 78–89.
6. Мещерякова, М. А. Анализ возможностей и ограничений применения BIM-технологий в качестве инструмента управления жизненным циклом объектов строительства // М. А. Мещерякова, О. К. Мещерякова, Н. Д. Деев // Инженерные системы и сооружения.- 2025.- № 3 (61). С. 7-12.
7. Моррисон, С. Бережливое строительство: обзор и возможности применения в строительной отрасли / С. Моррисон// Журнал строительства и проектирования. – 2013. – № 1. – С. 12–24.
8. Черных, Е. А. Организация строительного производства: бережливый подход /Е. А. 8. Черных// Менеджмент качества. – 2010. – № 1 (9). – С. 44–55.
9. Батова, А. В. Теория и практика бережливого управления на этапах жизненного цикла объектов строительства / О. К. Мещерякова, М. А. Мещерякова, А. В. Батова // Строительство и недвижимость. - 2025. - №6(21). - С. 82-87.

List of references

1. Jefferson, T. Lean construction: concept and practice. Jefferson, D. Hall, T. Anderson// International Journal of Construction Management and Economics. – 2008. – No. 6. – pp. 515-526.
2. Meshcheryakova, O. K. The cost of the life cycle of a "green" apartment building // O. K. Meshcheryakova, E. N. Sorochan, D. E. Kurbakov, E. V. Romanenko // Engineering systems and structures. 2025. No. 3 (61). pp. 25-36.
3. Whitehirst, A. Guidelines for the implementation of lean construction in the construction industry. Whitehirst // International Journal of Construction and Project Management. 2014. No. 2. pp. 147-160.
4. Budzulyak, B. V. Lean construction – a strategic direction for the development of the industry / B. V. Budzulyak, A. A. Apostolov, N. F. Seleznev, L. P. Moiseev // Pipeline transport (theory and practice). – 2013. – № 3 (37). – Pp. 39-46.
5. Lemak, D. Efficiency of lean construction: an analysis of success factors and obstacles / D. Lemak, P. Charanka, M. Freudenberg // Journal of Construction and Design. 2016. No. 6. pp. 78-89.
6. Meshcheryakova, M. A. Analysis of the possibilities and limitations of using BIM technologies as a tool for managing the life cycle of construction facilities // M. A. Meshcheryakova, O. K. Meshcheryakova, N. D. Deev // Engineering systems and structures.-2025.- No. 3 (61). pp. 7-12.

7. Morrison, S. Lean construction: an overview and application possibilities in the construction industry / S. Morrison// Journal of Construction and Design. – 2013. – No. 1. – pp. 12-24.
8. Chernykh, E. A. Organization of construction production: the lean approach / E. A. Chernykh// Quality management. – 2010. – № 1 (9). – Pp. 44-55.
9. Batova, A.V. Theory and practice of lean management at the stages of the life cycle of construction facilities / O. K. Meshcheryakova, M. A. Meshcheryakova, A.V. Batova // Construction and real estate. - 2025. - №6(21). - Pp. 82-87.

УДК 332.1

ОБЗОР ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МЕТОДИК УПРАВЛЕНИЯ РЕДЕВЕЛОПМЕНТОМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

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

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

Паненков Кирилл Константинович, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. мТПР-241, E-mail: kpanenkov@bk.ru

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

Аннотация: редевелопмент промышленных территорий является одним из ключевых инструментов трансформации городской среды в Российской Федерации. Бывшие промышленные зоны рассматриваются, как стратегический резерв развития городов. В статье описан системный обзор отечественных управленческих и правовых методик редевелопмента, включая административные, рыночные механизмы комплексного развития территорий. Рассматривается процесс воссоздания и оживления городского пространства, то есть ревитализация, раскрытие новых возможностей старых территорий и построек. В процессе ревитализации используется комплексный подход с целью сохранения самобытности, аутентичности, идентичности и исторических ресурсов городской среды с учетом двух подходов: TOP-DOWN и BOTTOM-UP. Рассмотрен алгоритм ревитализации промышленных объектов.

Ключевые слова: редевелопмент, промышленные территории, ревитализация, TOP-DOWN, BOTTOM-UP, алгоритм.

REVIEW OF DOMESTIC METHODS OF MANAGING THE REDEVELOPMENT OF INDUSTRIAL AREAS

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

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

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

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

Abstract: industrial redevelopment is a key tool for transforming the urban environment in the Russian Federation. Former industrial zones are considered a strategic reserve for urban development. This article provides a systematic review of domestic management and legal redevelopment methods, including administrative and market mechanisms for integrated territorial development. It examines the process of recreating and revitalizing urban space, or revitalization, and unlocking new potential in old territories and buildings.

Revitalization utilizes a comprehensive approach to preserve the distinctiveness, authenticity, identity, and historical resources of the urban environment, taking into account two approaches: top-down and bottom-up. An algorithm for revitalizing industrial facilities is also discussed.

Keywords: redevelopment, industrial areas, revitalization, top-down, bottom-up, algorithm.

Промышленные территории занимают значительную долю городской застройки в РФ и часто сохраняют потенциал для преобразования в многофункциональные пространства - жилые, офисные, культурные и рекреационные зоны. В условиях развития экономики, изменений в структуре промышленного производства и необходимости повышения экологической и социальной устойчивости, российские регионы активизировали редевелопмент промзон, как способ устранить не используемые земли, увеличить налоговые поступления, улучшить качество городской среды и привлечь инвестиции [1]. Реализация подобных проектов требует целостного подхода: интегрированного планирования, правового сопровождения, гибких финансовых инструментов, эффективного управления рисками и вовлечения местного сообщества.

Рассмотрим правовую базу российской методологии редевелопмента, которая включает в себя:

- **Градостроительное регулирование**, в основе которого лежит градостроительный кодекс РФ и сопутствующие правовые акты, которые регламентируют использование и застройку территорий, контролируют порядок выдачи разрешительной документации и т.д. Так же особую роль играет генеральный план, правила землепользования и застройки, схемы планировочной организации территории и концепции развития промышленных территорий.

- **Программы поддержки**. На данный момент, действуют программы развития моногородов, а также национальные и региональные проекты инфраструктурного развития, направленные на создание благоприятной среды для инвестиций, модернизацию производств и обновление городской среды. Эти программы часто предусматривают отдельные механизмы финансирования, льготное сопровождение проектов.

- **Реализация проектов**, опирается на взаимодействие федеральных и региональных органов власти, муниципальных властей, госкомпаний и частных инвесторов. Особое место занимают государственно-частное партнерство (ГЧП), инфраструктурные субсидии, лизинг земли под застройку.

Методики концептуального планирования редевелопмента промышленных территорий в России обычно опираются на действующие документы территориального планирования и правила землепользования и застройки, но дополняются специализированными подходами к функциональному зонированию и разработке планировочных решений для brownfield-территорий.

Организационно-управленческие методики редевелопмента в России развиваются преимущественно в формате проектного управления, ориентированного на создание специализированных управленческих структур и распределение ролей между участниками проекта, можно выделить несколько моделей:

- **Модель «ведущего девелопера»** когда ключевую роль играет крупная девелоперская компания, выступающая инициатором проекта и объединяющая земельные участки, при активной поддержке органов власти в части изменения градостроительных регламентов и развития инфраструктуры.

- **Модель «публичного девелопера»** предполагающая создание специализированной городской или региональной компании (агентства редевелопмента, фонда развития территорий), которая берет на себя функции подготовки территории, выкупа или консолидации активов, проведения конкурсов и привлечения частных инвесторов.

Отечественные методики можно представить в виде взаимосвязанных процессов, реализуемых последовательно.

На первоначальном этапе принимается комплексный анализ и оценка, которая включает в себя исследование потенциальной территории, состояние инженерных систем и сетей, юридических ограничений и экологического статус объекта.

После прохождения анализа формируется концепция ревитализации, предполагающая создание нового функционального назначения, переоснащение под жилье, бизнес-центры. Можно выделить два подхода: TOP-DOWN и BOTTOM-UP (рис. 1).

TOP-DOWN

- использует схему «сверху вниз», когда привлекаются значительны инвестиции из государственного бюджета.

BOTTOM-UP

- ревитализация за счет местных ресурсов, с вовлечением стейк-холдеров и горожан, в фокусе данного подхода инициативы по временному использованию зданий и обустройству общественных пространств.

Рис. 1. Перечень подходов к ревитализации [2,3]

Подход TOP-DOWN, это стратегический, системный подход, инициируемый и управляемый «сверху»: крупными девелоперами, городской администрацией, государственными институтами, крупным частным капиталом. Часто затрагивает целые кварталы или крупные объекты (бывший завод, портовая территория). Планируется как единый проект. Примером реализации данного подхода можно отнести завод «ЗИЛ» г. Москва (рис. 2), это планируемое преобразование территории завода им. Лихачева в многофункциональный район с жильем, офисами, культурным центром и парком по единому мастер-плану.

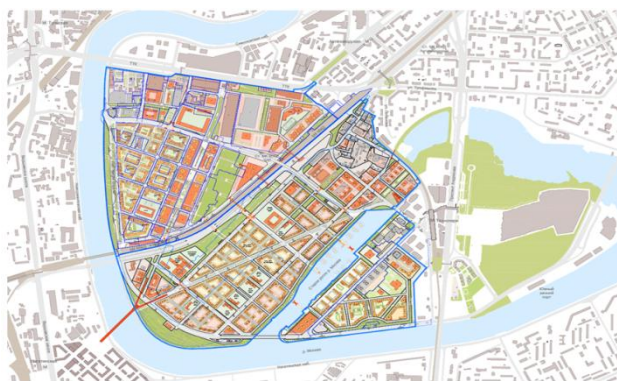


Рис. 2. Территория автозавода «ЗИЛ» г. Москва

Подход BOTTOM-UP, это органичный, постепенный подход, инициируемый «снизу»: местными жителями, малыми предпринимателями, активистами, художниками, архитектурными бюро. Главная цель - ответить на запрос конкретного сообщества, создать место «для себя», как пример бывшая фабрика «Ткачи» г. Санкт-Петербурга.

Как показывает практика наиболее успешные проекты ревитализации сегодня комбинируют сильные стороны обоих подходов, так власть (девелопер) TOP-DOWN - задают рамочные условия: разрабатывают общий план развития территории, меняют ПЗЗ, инвестируют в ключевую инфраструктуру (дороги, освещение, благоустройство), обеспечивают правовую чистоту, а сообщества и малый бизнес (BOTTOM-UP) наполняют жизнью: принимают участие в обсуждении плана, арендуют помещения под свои уникальные проекты, создают события и сервисы, формируют конечную атмосферу места. При формировании концепции ревитализации не выбирать один подход, а проектировать механизм их взаимодействия. Создавайте платформу для диалога между всеми заинтересованными сторонами с самого начала. Это повысит устойчивость, снизит социальные риски и в итоге создаст по-настоящему востребованное и жизнеспособное пространство.

Далее рассмотрим алгоритм ревитализации промышленных объектов, который представляется в виде последовательности трех стратегических этапов: подготовка, активация, развитие (рис. 3).

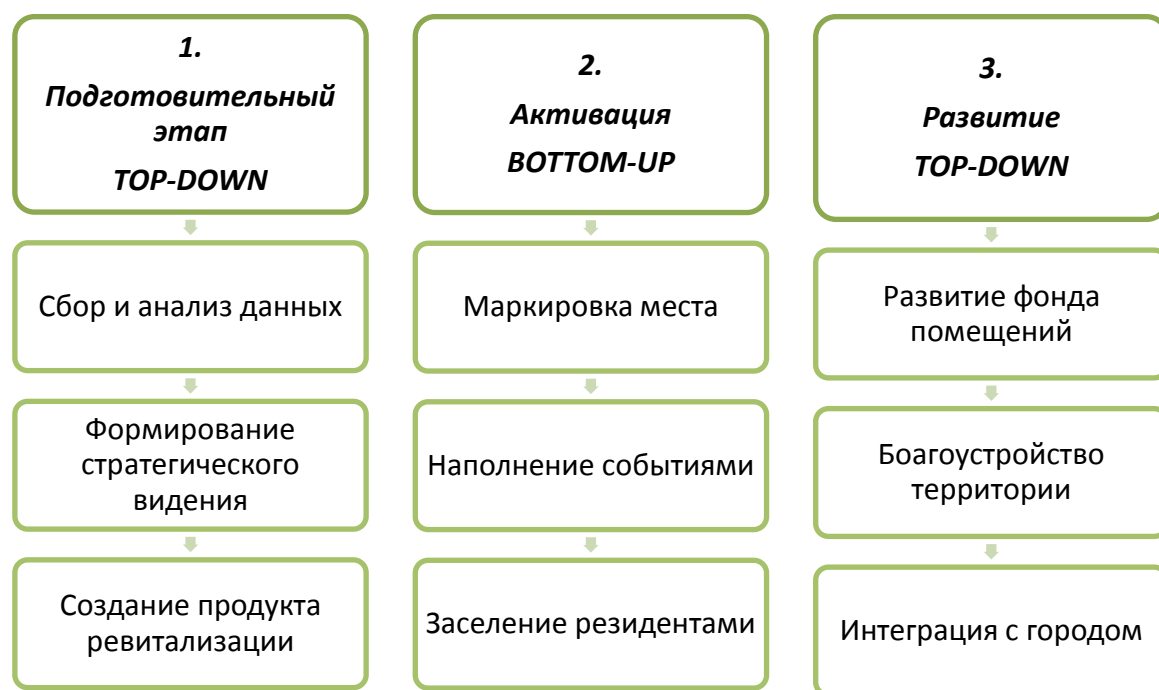


Рис. 3. Алгоритм ревитализации промышленных объектов [4]

По реализации алгоритма мы видим, что динамика подходов TOP-DOWN и BOTTOM-UP меняется от этапа к этапу, так на этапе 1 доминирует TOP-DOWN: аудит, правовое поле, мастер-план, но с обязательным включением BOTTOM-UP - диалог с сообществом. На этапе 2 на первый план выходит логика BOTTOM-UP, которую структурирует и поддерживает TOP-DOWN (инфраструктура, безопасность), а на этапе 3 снова усиливается роль TOP-DOWN (масштабные инвестиции, строительство), но успех теперь напрямую зависит от созданной на этапе 2 BOTTOM-UP экосистемы. Последовательная трёхэтапная модель - это дорожная карта снижения неопределенности,

она позволяет превратить сложный, рискованный актив (заброшенный завод) в ценный городской ресурс через постепенное наращивание социального, культурного и экономического капитала. Современная ревитализация, это не простая реконструкция зданий, а создание новой городской ткани с памятью о прошлом.

В России имеется довольно широкий спектр проектов редевелопмента в Москве, Санкт-Петербурге, Казани, Екатеринбурге, Воронеже и других крупных городах. Несмотря на разный масштаб реализуемых проектов, различия в концепциях, большинство проектов опираются на схожие методические подходы. Наиболее типичные решения – создание многофункциональных кварталов на месте бывших заводов и промышленных территорий, формирование общественных пространств. Анализ показывает, что наиболее успешными становятся проекты, в которых присутствовала высокая степень координации между планированием города и проектными решениями, наличие комбинированных финансовых инструментов (таких, как ГЧП) [5,6].

Несмотря на заметный прогресс, отечественные методики сталкиваются с рядом проблем: недостаточная стандартизация подходов между регионами, что затрудняет использование успешных практик, сложность согласования документов для строительства, малое участие населения, что приводит к социальному напряжению и конфликтам по поводу застройки, высокая стоимость рекультивации земель, восстановления инженерных коммуникаций.

С учетом продолжающейся трансформации российской экономики и необходимости адаптации городов к трансформации, редевелопмент промышленных территорий будет оставаться важным направлением государственной и муниципальной политики.

На основании вышесказанного, можно предположить, что в стране сформировался ряд методик, который охватывает нормативно-правовые, организационно-управленческие, финансово-экономические, экологические и социальные аспекты. Вместе с тем методическая база требует дальнейшей систематизации и стандартизации. Практика крупнейших городов демонстрирует, что успех проектов во многом зависит от наличия комплексного подхода, эффективных финансовых инструментов и качественного взаимодействия с населением.

Список литературы

1. Чеснокова, Е. А. Редевелопмент в России: стратегии, вызовы и перспективы / Е. А. Чеснокова, К. К. Паненков, Ю. М. Писарева // Строительство и недвижимость. - 2025.- № 3 (18). - С. 20-26.
2. Редевелопмент промышленной территории как фактор экономического развития города // Вестник Алтайской академии экономики и права [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://vaeel.ru/ru/article/view?id=3334/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 13.01.2026).
3. Редевелопмент промзон и территорий: этапы и due diligence (экспертный материал) [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://vladis.ru/blog/chto-takoe-redevelopment-i-kogda-ego-primenyayut/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 12.01.2026).
4. Методика редевелопмента промзон. Методические рекомендации «Ревитализация территорий промышленных объектов» / НЛТР, КБ «Стрелка» [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://nltr.ru/proekty/metodika-redevelopmenta-promzon/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 12.01.2026).
5. Чеснокова, Е. А. Редевелопмент промышленных территорий: экономические, социальные и экологические аспекты преобразования городской среды / Е. А. Чеснокова, А. С. Чесноков // В сборнике: Научное обозрение: актуальные вопросы теории и практики. Сборник статей XVIII Международной научно-практической конференции. Пенза, - 2025. - С. 50-53.

6. Чеснокова, Е. А. Совершенствование реализации проектов редевелопмента промышленных территорий / Е. А. Чеснокова, А. С. Чесноков // В сборнике: Цифровая экономика и бизнес: вызовы и возможности. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Воронеж, - 2024. - С. 30-35.

List of references

1. Chesnokova, E. A. Redevelopment in Russia: strategies, challenges and prospects / E. A. Chesnokova, K. K. Panenkov, Y. M. Pisareva // Construction and real estate. - 2025.- № 3 (18). - Pp. 20-26.

2. Redevelopment of industrial territory as a factor of economic development of the city // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://vaael.ru/ru/article/view?id=3334> /, Title. From the screen. – In Russian (accessed: 01/13/2026).

3. Redevelopment of industrial zones and territories: stages and due diligence (expert material) [Electronic resource]: Available at URL: <https://vladis.ru/blog/chto-takoe-redevelopment-i-kogda-ego-primenyayut/>, Title. From the screen. – Yaz. rus. (date of access: 12.01.2026).

4. Methodology of industrial zone redevelopment. Methodological recommendations "Revitalization of industrial facilities territories" / NLTR, Strelka Design Bureau [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://nltr.ru/proekty/metodika-redevelopmenta-promzon/>, Title. From the screen. – In Russian (accessed: 12.01.2026).

5. Chesnokova, E. A. Redevelopment of industrial territories: economic, social and environmental aspects of urban environment transformation / E. A. Chesnokova, A. S. Chesnokov // In the collection: Scientific review: current issues of theory and practice. Collection of articles of the XVIII International Scientific and Practical Conference. Penza, 2025. pp. 50-53.

6. Chesnokova, E. A. Improving the implementation of industrial territory redevelopment projects / E. A. Chesnokova, A. S. Chesnokov // In the collection: Digital Economy and business: challenges and opportunities. Collection of scientific papers based on the materials of the International Scientific and Practical Conference. Voronezh, 2024, pp. 30-35.

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 69:005.6(075.8)

ФИНАНСИРОВАНИЕ ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РОССИИ: ИСТОЧНИКИ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Е. П. Горбанева, С. М. Агафонов, Ю. А. Кобелева

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

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

Кобелева Юлия Алексеевна, Воронежский государственный технический университет, студент гр. СУЗ-201, E-mail: kobeleva.vgtu@mail.ru

Аннотация: статья посвящена актуальной проблеме финансирования капиталоемких проектов подземного строительства в России. Авторы анализируют сложившуюся структуры инвестиций, где доминирующую роль играет государственный бюджет (более 60%), а также значительную долю составляют частные инвестиции, привлекаемые через механизмы ГЧП и концессии. Систематизированы ключевые проблемы, затрудняющие привлечение средств, такие как дефицит региональных бюджетов, санкционные ограничения, высокая стоимость строительства, длительные сроки окупаемости и институциональные сложности. На примере конкретных типов объектов (метрополитен, автодорожные тоннели, паркинги, горнодобывающие шахты) показана зависимость модели финансирования от специфики объекта. В рамках перспективных направлений для преодоления существующих проблем и обеспечения устойчивого развития подземной инфраструктуры авторами предложен комплекс мер, направленных на диверсификацию источников финансирования. Материал статьи основан на актуальных данных и будет полезен экономистам, управленцам, инвесторам и специалистам, занятым в сфере инфраструктурного строительства.

Ключевые слова: подземное строительство, финансирование, инфраструктурные облигации, концессии, метро, тоннели, государственный бюджет, частные инвестиции.

FINANCING OF UNDERGROUND CONSTRUCTION IN RUSSIA: SOURCES, PROBLEMS, AND PROSPECTS

E. P. Gorbaneva, S. M. Agafonov, Y. A. Kobeleva

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

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

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

Kobeleva Julia Alekseevna, Voronezh State Technical University, student gr. SUZ-201, E-mail: kobeleva.vgtu@mail.ru

Abstract: this article addresses the pressing issue of financing capital-intensive underground construction projects in Russia. The authors analyze the current investment structure, where the state budget plays a dominant role (over 60%), with a significant share of private investment attracted through PPPs and concessions. Key challenges hampering fundraising are systematized, including regional budget deficits, sanctions restrictions, high construction costs, long payback periods, and institutional complexities. Using examples of specific types of projects (metro, road tunnels, parking lots, and mining shafts), the dependence of the financing model on the specifics of the project is demonstrated. Within the framework of promising areas for overcoming existing problems and ensuring the sustainable development of underground infrastructure, the authors propose a set of measures aimed at diversifying funding sources. The article is based on current data and will be useful to economists, managers, investors, and specialists involved in infrastructure construction.

Keywords: underground construction, financing, infrastructure bonds, concessions, metro, tunnels, state budget, private investments.

Подземное строительство – ключевой фактор развития инфраструктуры России. Оно решает транспортные, коммунальные и промышленные задачи в условиях растущей урбанизации и дефицита наземных территорий [1-3]. Метрополитены, автодорожные тоннели, подземные парковки, инженерные коммуникации и горнодобывающие сооружения улучшают качество жизни, экологию и экономику регионов. Однако такие проекты требуют больших финансовых вложений, длительного срока окупаемости и связаны с высокими техническими рисками. В современных экономических реалиях важно найти стабильные и эффективные источники финансирования, оптимизировать затраты и распределить риски между государством и частным сектором. На фоне дефицита бюджетных средств, санкционных ограничений и необходимости модернизации инфраструктуры возникает потребность в разработке и внедрении новых инвестиционных моделей и механизмов.

На рисунке 1 представлена круговая диаграмма, иллюстрирующая структуру и процентное соотношение основных источников финансирования проектов подземного строительства в России.

Диаграмма наглядно демонстрирует долевое распределение инвестиций по следующим категориям [4-6]:

1) *государственный бюджет* (федеральный и региональный). Данный сектор занимает наибольшую долю (более 60%). Он включает средства федеральных целевых программ (ФЦП), национальных проектов (например, «Безопасные качественные дороги»), а также прямые ассигнования из бюджетов субъектов РФ. Этот сегмент является основным для стратегически важных и социально-значимых объектов, таких как метрополитен и транспортные тоннели;

2) *частные инвестиции*: государственно-частное партнерство (ГЧП) и концессии. Данный источник составляет значительную и растущую долю (более 20%). Механизмы ГЧП и концессии позволяют привлекать частный капитал для строительства и эксплуатации объектов (платные дороги, паркинги, тоннели) с распределением рисков и доходов между государством и инвестором. Частные инвестиции включают средства крупных корпораций

(«ГАЗПРОМ», «РЖД», «Норникель» и т.д.), направляемые на строительство промышленных тоннелей, подземных хранилищ шахт и иных объектов для собственных нужд (около 10-15%);

3) *международное финансирование*. До 2022 года данный сегмент включал кредиты и инвестиции от международных финансовых институтов, таких как Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР) и Азиатский банк инфраструктурных инвестиций (АБИИ). В текущих условиях его доля могла существенно сократиться или видоизмениться. На диаграмме (рис. 1) он обозначен как наименьший сектор.



Рис. 1. Основные источники финансирования

Диаграмма (рис. 1) подтверждает о доминирующей роли государственного бюджета в финансировании капиталоемкого подземного строительства в России [7, 8]. Одновременно она отражает важность механизмов ГЧП как ключевого инструмента привлечения частных средств и отмечает существенный вклад корпоративного сектора. Визуализация позволяет оценить структуру инвестиций и выделить приоритетные направления для развития финансовых моделей, таких как дальнейшее расширение доли ГЧП и создание специализированных фондов.

В таблице 1 представлена структура финансирования различных типов объектов подземного строительства в России.

Таблица 1

Пример распределение затрат по типам объектов

Тип объекта	Средняя стоимость	Основной источник финансирования
Метро (1 км в Москве)	5–12 млрд. руб.	Бюджет Москвы + ФЦП
Метро (регионы, 1 км)	3–8 млрд. руб.	Региональный бюджет + субсидии
Автодорожный тоннель (1 км)	2–10 млрд. руб.	ФЦП + ГЧП
Подземный паркинг (1 место)	500 тыс. – 1,5 млн. руб.	Частные инвесторы
Горнодобывающая шахта	Зависит от глубины (от 1 млрд. руб.)	Корпорации (Норникель, УГМК и др.)

Анализ данных таблицы 1 позволяет сделать следующие выводы:

1. Высокая стоимость объектов:

- стоимость строительства объектов подземной инфраструктуры варьируется в широких пределах, что обусловлено их сложностью, региональной спецификой и применяемыми технологиями;

- наиболее капиталоемкими являются проекты метрополитена (от 3 до 12 млрд руб./км) и автодорожные тоннели (от 2 до 10 млрд. руб./км).

2. Ключевая роль государства:

- основным источником финансирования для социально значимых и стратегических объектов (метро, тоннели) выступают государственные средства (бюджеты различных уровней и федеральные целевые программы);

- например, для региональных проектов метро важную роль играют софинансирование из региональных бюджетов и федеральные субсидии.

3. Механизмы привлечения частного капитала:

- для проектов с потенциальной коммерческой окупаемостью (автодорожные тоннели) активно используется модель ГЧП, что позволяет сочетать государственную поддержку с частными инвестициями и компетенциями;

- частные инвесторы в основном финансируют объекты с относительно предсказуемой доходностью и меньшими рисками, такие как подземные паркинги.

4. Корпоративные инвестиции:

- проекты горнодобывающей отрасли (шахты) финансируются преимущественно за счет собственных средств крупных корпораций (например, «Норникель», УГМК), для которых подземные сооружения являются частью производственного процесса.

Таким образом, таблица 1 наглядно демонстрирует, что выбор модели финансирования в подземном строительстве напрямую зависит от типа объекта, его стоимости, целевого назначения и возможности последующей коммерциализации. Преобладание государственных источников для наиболее дорогостоящих инфраструктурных проектов подчеркивает их стратегическое значение, а также высокие финансовые риски, ограничивающие участие частного капитала без специальных механизмов поддержки.

Ключевые проблемы финансирования подземного строительства в России можно систематизировать по следующим группам:

1) бюджетные и макроэкономические ограничения (хронический дефицит региональных бюджетов, санкционное давление и ограничение доступа к международным финансовым рынкам);

2) инвестиционная непривлекательность и коммерческие риски (низкая рентабельность и длительный срок окупаемости, высокие капитальные и эксплуатационные затраты);

3) институциональные и управленческие проблемы (коррупционные риски и неэффективное управление, сложность и несовершенство механизмов ГЧП/концессий);

4) технологическая и кадровая зависимость (импортозависимость в критических технологиях и оборудовании, дефицит квалифицированных кадров).

Проблемы носят системный характер и требуют не просто увеличения объемов финансирования, а комплексного пересмотра подходов – от совершенствования регуляторной базы для ГЧП и создания новых финансовых инструментов (инфраструктурные облигации) до внедрения цифровых технологий для контроля затрат и повышения прозрачности.

Для преодоления существующих проблем и обеспечения устойчивого развития подземной инфраструктуры необходима реализация комплекса мер, направленных на диверсификацию источников финансирования, снижения затрат и повышение инвестиционной привлекательности проекта. Ключевые перспективы включают:

1) развитие и совершенствование механизмов ГЧП:

- структурное расширение. Активное внедрение ГЧП-моделей не только для платных дорог, но и для социально значимых объектов – станций метро, транспортно-пересадочных узлов, подземных коммуникаций;
 - повышение привлекательности для инвесторов. Предоставление целевых льгот – налоговых каникул, гарантий минимальной доходности, компенсации части процентной ставки по кредитам. Упрощение и ускорение процедур согласования проектов;
 - создание типовых, «реплицирующих» концессионных моделей для объектов с похожими параметрами, что снизит транзакционные издержки и сроки подготовки.
- 2) создание новых специализированных финансовых институтов и инструментов:
- учреждение целевого «Государственного фонда развития подземной инфраструктуры» по аналогии с Фондом развития Дальнего Востока. Его задачи – софинансирование проектов, предоставление субординированных займов и страхование рисков частных инвесторов;
 - массовый выпуск «народных» инфраструктурных облигаций. Привлечение сбережений населения для финансирования конкретных проектов (например, строительства новой линии метро) с обеспечением доходности за счет будущих бюджетных ассигнований или эксплуатационных доходов.
- 3) активная технологическая оптимизация на всех этапах жизненного цикла:
- цифровизация проектирования и строительства. Широкое внедрение ТИМ для точного расчета смет, минимизации перерасхода материалов и выявления коллизий на ранних стадиях;
 - внедрение роботизации и новых строительных технологий. Использование автоматизированных тоннелепроходческих комплексов, 3D-печати элементов конструкций, что позволит снизить себестоимость, сроки и зависимость от импортного оборудования и рабочей силы;
 - развитие «зеленых» технологий для подземного строительства, что может стать основанием для привлечения финансирования в рамках ESG-повестки.
- 4) диверсификация источников и переориентация на новые рынки капитала:
- активное привлечение средств суверенных фондов, пенсионных фондов и крупных российских корпораций, заинтересованных в долгосрочных стабильных активах;
 - поиск партнерства с финансовыми институтами стран БРИКС, АСЕАН и Ближнего Востока как альтернатива традиционным западным источникам;
 - стимулирование прямых инвестиций через создание специальных экономических зон или промышленных кластеров с развитой подземной коммуникацией.
- 5) повышение прозрачности и эффективности управления:
- создание единой цифровой платформы для мониторинга инфраструктурных проектов – от стадии проектирования до эксплуатации, с открытым доступом к ключевым показателям (стоимость, сроки, исполнение сметы);
 - жесткий аудит и общественный контроль за расходованием бюджетных средств в рамках таких проектов с привлечением Счетной палаты и независимых экспертов.

Таким образом, перспективы финансирования связаны с переходом от доминирующей роли прямого государственного бюджетирования к созданию гибкой экосистемы, где государство выступает инициатором, регулятором и соинвестором, создавая условия для притока частного капитала через продуманные механизмы, цифровизацию и снижение нетехнологических рисков.

Список литературы

1. Бюджетные отчеты Министерства транспорта Российской Федерации (раздел "Метрополитены и тоннельные сооружения") [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL:

<https://uralgiprotrans.ru/store/metropoliteny-tonneli/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 24.12.2025).

2. Годовые отчеты АО "Мосинжпроект" (оператор строительства московского метро) [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: https://mosinzhpoeekt.ru/home/about/svidetelstva-licenzii-patenty/godovoj-otchyot/?utm_referrer=https%3a%2f%2fyandex.ru%2f, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 24.12.2025).

3. Доклады Счетной палаты Российской Федерации о проверках эффективности расходов на инфраструктурные проекты [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://ach.gov.ru/checks/stroitelstvo-transportnoy-infrastruktury>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 21.12.2025).

4. Постановление Правительства РФ от 30.12.2021 № 2579 "О федеральной целевой программе "Развитие транспортной системы России" (содержит разделы по финансированию метростроения) [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <http://government.ru/docs/all/40601/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 21.12.2025).

5. Распоряжение Правительства РФ от 29.09.2018 № 2101-р "Об утверждении Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры" [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <http://government.ru/docs/34297/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 25.12.2025).

6. Федеральный закон от 05.12.2022 г. № 466-ФЗ «О федеральном бюджете на текущий год» (раздел "Транспортная инфраструктура") [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/48642>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 25.12.2025).

7. Мищенко, В. Я. Зарубежный и российский опыт проведения капитального ремонта жилищного фонда с учетом энергоэффективных мероприятий / В. Я. Мищенко, Е. П. Горбанева, К. С. Севрюкова // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2020. – № 1(57). – С. 62-73.

8. Горбанева, Е. П. Состояние и направление развития социальной инфраструктуры города Воронежа / Е. П. Горбанева, Т. А. Фомиченко, Е. С. Шерганова // Строительство и недвижимость. – 2018. – № 1-1(2). – С. 159-162.

List of references

1. Budget reports of the Ministry of Transport of the Russian Federation (section "Subways and tunnel structures") [Electronic resource]: Available at URL: <https://uralgiprotrans.ru/store/metropoliteny-tonneli/>, Title. From the screen. – In Russian (accessed: 12/24/2025).

2. Annual reports of Mosinzhpoeekt JSC (operator of the Moscow metro construction) [Electronic resource]: Available at URL: https://mosinzhpoeekt.ru/home/about/svidetelstva-licenzii-patenty/godovoj-otchyot/?utm_referrer=https%3a%2f%2fyandex.ru%2f, Title. From the screen. – In Russian (accessed: 12/24/2025).

3. Reports of the Accounts Chamber of the Russian Federation on checks of the effectiveness of expenditures on infrastructure projects [Electronic resource]: Available at URL: <https://ach.gov.ru/checks/stroitelstvo-transportnoy-infrastruktury>, Title. From the screen. – Yaz. rus. (date of access: 12/21/2025).

4. Decree of the Government of the Russian Federation dated 12/30/2021 No. 2579 "On the Federal target program "Development of the Russian Transport System" (contains sections on financing metro construction) [Electronic resource]: Access mode: URL: <http://government.ru/docs/all/40601/>, Title. From the screen. – In Russian (accessed: 12/21/2025).

5. Decree of the Government of the Russian Federation dated 09/29/2018 No. 2101-r "On approval of the Comprehensive Plan for Modernization and Expansion of the backbone

Infrastructure" [Electronic resource]: Access mode: URL: [http://government.ru/docs/34297 /](http://government.ru/docs/34297/), Title. From the screen. – In Russian (accessed: 12/25/2025).

6. Federal Law No. 466-FZ dated 12/05/2022 "On the Federal Budget for the current Year" (section "Transport Infrastructure") [Electronic resource]: Available at URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/48642> , Title. From the screen. – In Russian (accessed: 12/25/2025).

7. Mishchenko, V. Ya. Foreign and Russian experience in carrying out capital repairs of housing stock taking into account energy-efficient measures / V. Ya. Mishchenko, E. P. Gorbaneva, K. S. Sevryukova // Scientific Journal of Construction and Architecture. – 2020. – № 1(57). – Pp. 62-73.

8. Gorbaneva, E. P. The state and direction of the development of the social infrastructure of the city of Voronezh / E. P. Gorbaneva, T. A. Fomichenko, E. S. Sherganova // Construction and real estate. – 2018. – № 1-1(2). – Pp. 159-162.

УДК 332.54(332.83)

ВОВЛЕЧЕНИЕ В ОБОРОТ НЕИСПОЛЬЗУЕМОГО ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА ПОД ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Н. Ю. Карабанова, М. С. Акимова, М. А. Тремасов

Карабанова Наталья Юрьевна, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, кандидат экономических наук, доцент кафедры кадастра недвижимости и права, E-mail: terramarket58@yandex.ru

Акимова Мария Сергеевна, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, кандидат экономических наук, доцент кафедры кадастра недвижимости и права, E-mail: mary-kim16@yandex.ru

Тремасов Максим Александрович, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, студент гр. 223uK1, E-mail: maxtrem2727@gmail.com

Аннотация: в условиях активного редевелопмента, с каждым годом территория города становится все ценнее. Однако все еще часты случаи, когда земельные участки не осваиваются и не приносят пользы. В городах России осуществляются программы по выявлению неиспользуемых территорий и предоставлению их под жилищное строительство. Цель исследования – обоснование вовлечения неиспользуемого участка в городе Пенза под застройку блокированными домами. Методы исследования: обзор литературы, анализ градостроительных документов, аэрофотоснимков, кадастровых сведений. В результате обследования территории города, обнаружен неиспользуемый земельный участок и предложен вариант его застройки блокированными домами. Развитие алгоритмов по выявлению неиспользуемых территорий и обоснованию их последующего вовлечения в оборот может служить органам власти основанием для внесения изменений в градостроительную документацию.

Ключевые слова: жилищное строительство, неиспользуемые земельные участки, вовлечение в оборот, дом блокированной застройки.

INVOLVING AN UNUSED LAND PLACE IN HOUSING DEVELOPMENT

N. Yu. Karabanova, M. S. Akimova, and M. A. Tremasov

Karabanova Natalya Yurievna, Penza State University of Architecture and Construction, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Real Estate Cadastre and Law, E-mail: terramarket58@yandex.ru

Akimova Maria Sergeevna, Penza State University of Architecture and Construction, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Real Estate Cadastre and Law, E-mail: mary-kim16@yandex.ru

Tremasov Maxim Aleksandrovich, Penza State University of Architecture and Construction, student of the group 22ZiK1, E-mail: maxtrem2727@gmail.com

Abstract: in the context of active redevelopment, the city's territory becomes more valuable every year. However, there are still frequent cases where land plots are not developed or utilized effectively. In Russian cities, there is a program in place to identify unused territories and allocate them for residential construction. The purpose of this study

is to justify the involvement of an unused plot in Penza for the construction of block houses. The research methods include a literature review, analysis of urban planning documents, aerial photographs, and cadastral information. As a result of the city's territory survey, an unused land plot was discovered, and a proposal was made for its development into block houses. The development of algorithms for identifying unused territories and justifying their subsequent involvement in circulation can serve as a basis for authorities to make changes to urban planning documentation.

Keywords: housing construction, unused land plots, involvement in circulation, block development.

Продолжительный период (1985-2005 гг.) большие площади земель выводились из хозяйственной деятельности, деградировали, не были объектами налогообложения. Это привело к тому, что в настоящее время начали реализовываться различные национальные проекты, связанные с вовлечением в хозяйственный оборот этих территорий как в сельской местности, так и в городах [1].

В городах каждый пригодный для застройки участок, особенно в сложившихся районах с развитой инфраструктурой, представляет значительную ценность. С учётом чего крайне нерациональным является состояние простоя подобных участков. Однако, наблюдается некий дисбаланс: с одной стороны – это дефицит земельных участков под новое строительство и предоставления льготным категориям граждан под частную застройку, садоводство; а с другой – набирает тенденция изъятия неиспользуемых земельных участков, которых обнаруживается все больше и больше [2]. Также существует проблема значительных рисков приобретения в собственность или аренду земельных участков из земель, находящихся в государственной или муниципальной, на торгах [3].

После реализации программы вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения, начат ввод в оборот земель, предназначенных под застройку в границах населенных пунктов [4]. Например, на это направлен проект «Земля для стройки», являющийся частью государственной программы «Национальная система пространственных данных» (НСПД) [5].

Город Пенза, как многие динамично развивающиеся населенные пункты, преобразуется преимущественно путем реконструкции старой части и за счет экстенсивного освоения пригородных территорий [6].

Так, по данным Управления Росреестра по Пензенской области по состоянию на 01.12.2025 г. перечень земельных участков и территорий, возможных для вовлечения под жилищное строительство, содержит сведения о 1813 земельных участках и территориях площадью 1 751,6 га. С начала реализации проекта вовлечено 436 земельных участков, площадью более 204 га, в том числе 33 участка площадью 51,7 га под многоквартирные дома [7].

Обследование выявило неиспользуемую территории на западе г. Пенза, к югу от спортивного комплекса «Буртасы», востоку от «арбековских дач», западу от микрорайона ИЖС «Автодром», на границе территории Арбековского леса (рис. 1).

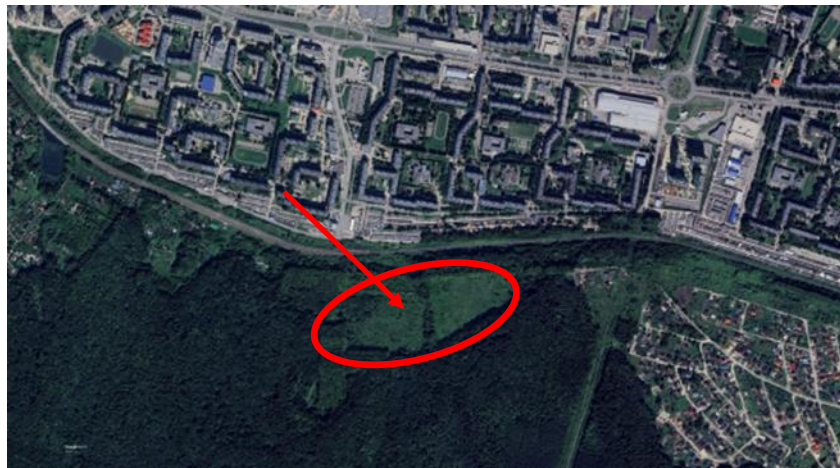


Рис. 1. Расположение рассматриваемого участка

Данный участок в далёком прошлом имел назначение для ведения сельского хозяйства (прилегающие территории, ныне застроенные, представляли собой яблоневые сады, огороды), не используется на протяжении уже многих лет, что подтверждается аэрофотоснимками разных лет (рис. 2).



Рис. 2. Исследуемый участок на аэрофотоснимках 1975 и 2002 г.г. [8]

В соответствии с генеральным планом и правилами землепользования и застройки, вид развешенного использования рассматриваемого участка извинён на малоэтажную/блокированную застройку, жилая зона Ж-2 (рис. 3).

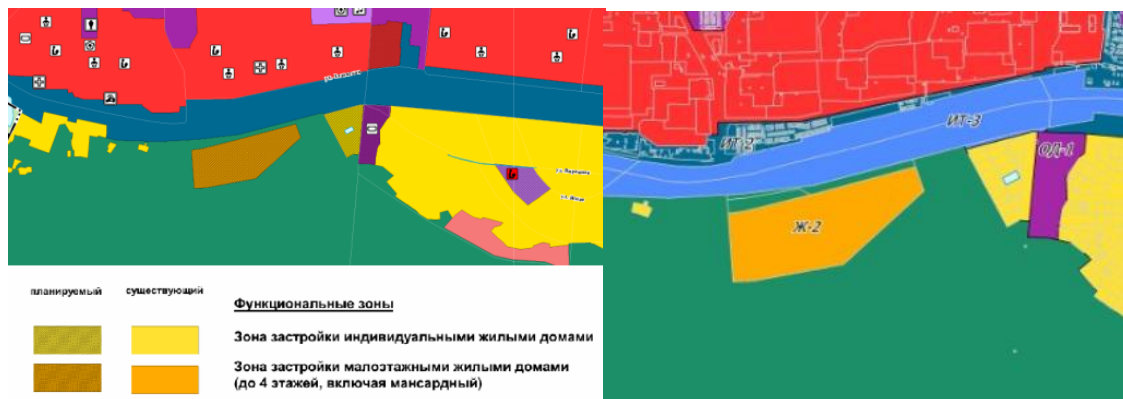


Рис. 3. Фрагменты карт актуальных генерального плана и правил землепользования и застройки города Пензы [9, 10]

Анализируемая территория используется местными жителями под выгул собак, прогулки. Однако участились случаи хулиганства и сбора маргинальных лиц здесь, что часто приводит к таким последствиям, как пожары. В свою очередь это угрожает сохранению леса и благополучию населения этого микрорайона.

Участок имеет достаточно ровную поверхность (вертикальная планировка не требуется), на его поверхности древесная растительность присутствует в малом количестве, северо-восточная часть участка периодически подтапливается (требуется дренирование). Ограничения для освоения: отсутствие подъездного пути, железная дорога, не доведены коммуникации.

В соответствии с приведенными фактами об участке, можно сделать вывод об отсутствии крупных преград к освоению участка.

Предлагается возвести квартал домов блокированной застройки.

Дом блокированной застройки – жилой дом, блокированный с другим жилым домом (другими жилыми домами) в одном ряду общей боковой стеной (общими боковыми стенами) без проемов и имеющий отдельный выход на земельный участок.

Подобные дома имеют ряд конкурентных преимуществ:

- Компромисс между квартирой и частным домом. Жильцы получают отдельный вход и собственный придомовой участок, что расширяет их возможности для отдыха и досуга, но при этом экономят на строительстве и обслуживании за счет общих стен с соседями.

- Доступность жилья. Развитие незастроенных территорий позволяет предложить рынку более доступные по цене варианты жилья по сравнению с индивидуальными домами в черте города.

- Оптимизация использования земли. Комплексное освоение свободных территорий с использованием домов блокированной застройки позволяет эффективно использовать земельные участки, избегая хаотичной и точечной застройки. Это способствует более равномерному распределению жилой застройки и предотвращает излишнее уплотнение городской среды.

Квартал предлагается возвести из квадрахаусов по каркасно-панельной или газоблочной технологии, подвести инженерные сети от жилой застройки по ул. Ладожской. Также для организации комфортной среды необходимо учесть детские/спортивные площадки и прогулочный парк (рис. 4).



Рис. 4. Предлагаемый вариант организации застройки участка

Таким образом, предлагается вовлечь в оборот неиспользуемый земельный участок, создать благоприятный для проживания фрагмент жилой застройки, что в свою очередь будет способствовать увеличению налогооблагаемой базы города Пензы.

Список литературы

1. Садыгов, Э. А. Подходы к вовлечению в оборот неиспользуемых земельных участков / Э. А. Садыгов, А. С. Куликова // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). – 2021. – № 1 (12). – С. 65-68.
2. Ананьев, А. А. Вовлечение неиспользуемых земельных участков в оборот: правовые аспекты и социально-экономический эффект / А. А. Ананьев, С. Н. Афанасьев // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2025. – № 10. – С. 187-188.
3. Сегаев, И. Н. Развитие механизмов предоставления земельных участков для целей жилищного строительства / И. Н. Сегаев. – Пенза : Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2014. – 192 с.
4. Архипов, А. С. Интеграция геоданных в процесс застройки жилья для улучшения использования территории и оптимизации пространственного планирования / А. С. Архипов // Московский экономический журнал. – 2025. – Т. 10. – № 1. – С. 186-204.
5. Официальный сайт национальной системы пространственных данных [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://nspd.gov.ru/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 01.12.2025).
6. Тюкленкова, Е. П. Процесс развития городских территорий с позиции комплексного освоения / Е. П. Тюкленкова, Т. Г. Аширова, И. И. Абдразакова // Экономика строительства. – 2019. – № 2 (56). – С. 65-75.
7. Официальный сайт Управления Росреестра по Пензенской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://rosreestr58.orgs.biz/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 01.12.2025).
8. Старые карты России и зарубежья [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://retromap.ru/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 01.12.2025).
9. Приказ Министерства градостроительства и архитектуры Пензенской области от 03.12.2024 № 23-512 «О внесении изменений в Генеральный план города Пензы» [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/5801202412040008?ysclid=mj9zb2py73325587627>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 01.12.2025).
10. Приказ Министерства градостроительства и архитектуры Пензенской области от 01.07.2025 № 23-347 «О внесении изменений в Приказ Министерства градостроительства и архитектуры Пензенской области от 20.05.2022 №46/ОД «Об утверждении Правил землепользования и застройки города Пензы» (с последующими изменениями) [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/5801202507030019?ysclid=mj9zecd4ar971926096>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 01.12.2025).

List of references

1. Sadigov, E. A. Approaches to the Recycling of Unused Land Areas / E. A. Sadigov, A. S. Kulikova // Models and Technologies of Environmental Management (Regional Aspect). – 2021. – No. 1 (12). – Pp. 65-68.
2. Ananyev, A. A. Involving Unused Land Areas in Circulation: Legal Aspects and Socioeconomic Effect / A. A. Ananyev, S. N. Afanasyev // Competitiveness in the Global World: Economics, Science, Technologies. – 2025. – No. 10. – Pp. 187-188.
3. Segayev, I. N. Development of mechanisms for granting land plots for housing construction / I. N. Segayev. – Penza : Penza State University of Architecture and Construction, 2014. – 192 p.

4. Arkhipov, A. S. Integration of geodata into the process of housing development to improve the use of territory and optimize spatial planning / A. S. Arkhipov // Moscow Economic Journal. – 2025. – Vol. 10. – No. 1. – Pp. 186-204.
5. Official website of the National Spatial Data System [Electronic resource]: Access mode: URL: <https://nspd.gov.ru/>, Title. From the screen. – In Russian (accessed on 01.12.2025).
6. Tyuklenkova, E. P. The process of urban territories development from the perspective of complex development / E. P. Tyuklenkova, T. G. Ashirova, I. I. Abdrazakova // Economics of construction. – 2019. – No. 2 (56). – Pp. 65-75.
7. Official website of the Penza Region Department of Federal State Register of Property, Cadastral Records and Cartography [Electronic resource]. Access mode: URL: <https://rosreestr58.orgs.biz/>, Title. From the screen. – In Russian (accessed on 01.12.2025).
8. Old maps of Russia and other countries [Electronic resource]. Access mode: URL: <https://retromap.ru/>, Title: From the screen. – Language: Russian (accessed: 01.12.2025).
9. Order of the Ministry of Urban Planning and Architecture of the Penza Region dated 03.12.2024 No. 23-512 "On Amendments to the General Plan of the City of Penza" [Electronic resource]. Access mode: URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/5801202412040008?ysclid=mj9zb2py73325587627>, Title. From the screen. – In Russian (accessed on 01.12.2025).
10. Order of the Ministry of Urban Planning and Architecture of the Penza Region dated 01.07.2025 No. 23-347 "On Amendments to the Order of the Ministry of Urban Planning and Architecture of the Penza Region dated 20.05.2022 No. 46/OD "On Approval of the Rules for Land Use and Development of the City of Penza" (with subsequent amendments) [Electronic resource]. Access mode: URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/5801202507030019?ysclid=mj9zecd4ar971926096>, Title. From the screen. – In Russian (accessed on 01.12.2025).

УДК 347.217

РАЗДЕЛ ИМУЩЕСТВА СУПРУГОВ ПРИ РАСТОРЖЕНИИ БРАКА: ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ИМУЩЕСТВЕННЫХ СПОРОВ

В. М. Круглякова, К. А. Волосовцева

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

Волосовцева Кристина Алексеевна, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. змСЭН-241, E-mail: kvolosovtseva@bk.ru

Аннотация: в данной статье рассматривается тема методического обеспечения процесса определения стоимости имущества и имущественных прав в судебных бракоразводных процессах. Важным аспектом являются основы законодательного регулирования при разделе имущества супругов, а также роль судебных органов в обеспечении процедуры расторжения брака. Рассмотрены причины возникновения имущественных споров, а также основные виды имущества, которые фигурируют при разделе. Существенным моментом является определение того, что считается совместно нажитым имуществом, и как правильно его разделить при разводе. В настоящее время судебная оценочная экспертиза активно применяется в делах о разделе совместно нажитого имущества супругов. Представлены этапы оценки стоимости недвижимого и движимого имущества, подчеркивая необходимость соблюдения экспертом процессуальных норм, а также всесторонности, объективности и полноты своих исследований.

Ключевые слова: судебная экспертиза, расторжение брака, оценка стоимости имущества, рыночная стоимость, недвижимость.

DIVISION OF SPOITABLE PROPERTY IN DIVORCE: LEGAL REGULATION AND FEATURES OF PROPERTY DISPUTES

V. M. Kruglyakova, K. A. Volosovtseva

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

Volosovtseva Kristina Alekseevna, Voronezh State Technical University, Master's student gr. zmSEN-241, E-mail: kvolosovtseva@bk.ru

Abstract: this article examines the methodological support for determining the value of property and property rights in divorce proceedings. Important aspects include the fundamentals of legislative regulation regarding the division of marital property, as well as the role of judicial bodies in facilitating divorce proceedings. The causes of property disputes and the main types of property involved in division are discussed. A crucial point is determining what is considered jointly acquired property and how to properly divide it during divorce. Currently, forensic appraisal is actively used in cases involving the division of marital property. The article presents the stages of assessing the value of real estate and

personal property, emphasizing the need for experts to adhere to procedural rules and to conduct comprehensive, objective, and complete research.

Keywords: forensic appraisal, divorce, property valuation, market value, real estate.

В настоящее время в Российской Федерации институт семьи активно развивается. За период с 2021 год по 2024 год количество заявлений о заключении брака в России увеличилось более чем в два раза - с 1,1 млн. до 2,76 млн. Также следует отметить растущее число расторжений официальных браков (см. табл. 1) [1].

Таблица 1

Статистика регистрации браков и разводов в России

Период	Статистика заключенных браков в России		Статистика расторжений браков в России	
	Всего	На 1000 человек населения	Всего	На 1000 человек населения
2015	1 161 068	7,9	611 646	4,2
2016	985 836	6,7	608 336	4,1
2017	1 049 735	7,1	611 436	4,2
2018	893 039	6,1	583 942	4,0
2019	950 167	6,5	620 730	4,2
2020	770 857	5,3	564 704	3,9
2021	923 550	6,3	644 209	4,4
2022	1 053 756	7,2	682 850	4,7
2023	945 995	6,5	683 796	4,7

Споры между супругами при расторжении брака сопровождаются разделом совместно нажитого имущества (в том числе недвижимого - земельных участков и недвижимости различного типа). Развитие потребительского рынка в Российской Федерации в период с 2005 по 2022 годы, включая активный рост объемов жилой недвижимости и движимого имущества различного типа, привело к росту объемов имущества, приобретаемого или создаваемого в браке. В связи с этим, при расторжении брака возникает вопрос раздела имущества супругов. Процесс раздела совместно нажитого имущества неизбежно порождает прямой конфликт интересов бывших супругов [2]. Как правило, в качестве основного экономического критерия раздела выступает величина рыночной стоимости имущества и имущественных прав. Попытки манипулирования величиной стоимости отдельных активов сторонами порой доходят до абсурда и единственным способом определения «справедливой» величины стоимости имущества оказывается разрешение спора в судебном порядке. В связи с этим, раздел имущества во многих случаях сопряжен со значительными моральными и финансовыми издержками, а также длительными судебными разбирательствами.

Учитывая растущее число разводов, тема методического обеспечения процесса определения стоимости имущества и имущественных прав в судебных бракоразводных процессах обладает высоким уровнем актуальности и требует отдельного изучения.

Основу законодательного регулирования имущественных отношений, возникающих между супругами, составляют следующие нормативные акты:

1. Конституция Российской Федерации - основной документ страны, в котором закреплены права каждого человека, в том числе право на семью и защиту семьи со стороны государства [3].

2. Семейный кодекс Российской Федерации от 29.12.1995 N 223-ФЗ (СК РФ) [4]. Он устанавливает режим общего имущества супругов, принципы раздела этого имущества и механизм исполнения решений.

3. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 N 51-ФЗ [5], применимый к вопросам владения, распоряжения и оценки имущественных объектов, а также к правовым взаимодействиям с активами.

4. Федеральный закон «Об актах гражданского состояния» от 15.11.1997 N 143-ФЗ [6].

5. Подзаконные акты и судебная практика. Они включает в себя: Постановления Верховного суда РФ, разъяснения Пленума и судебные акты, формирующие применение норм в конкретных ситуациях.

Систематизация этих правовых норм позволяет выделить две базовые линии регулирования имущественных споров: режимы общей и раздельной собственности и процедуры определения и распределения долей при расторжении брака.

Согласно статье 38 СК РФ «Раздел общего имущества супругов может быть произведен как в период брака, так и после его расторжения по требованию любого из супругов, а также в случае заявления кредитором требования о разделе общего имущества супругов для обращения взыскания на долю одного из супругов в общем имуществе супругов».

До расторжения брака имущество может быть разделено посредством брачного договора, а после расставания - путём заключения соглашения о его разделе, либо через судебное разбирательство при отсутствии согласия сторон (рис. 1).

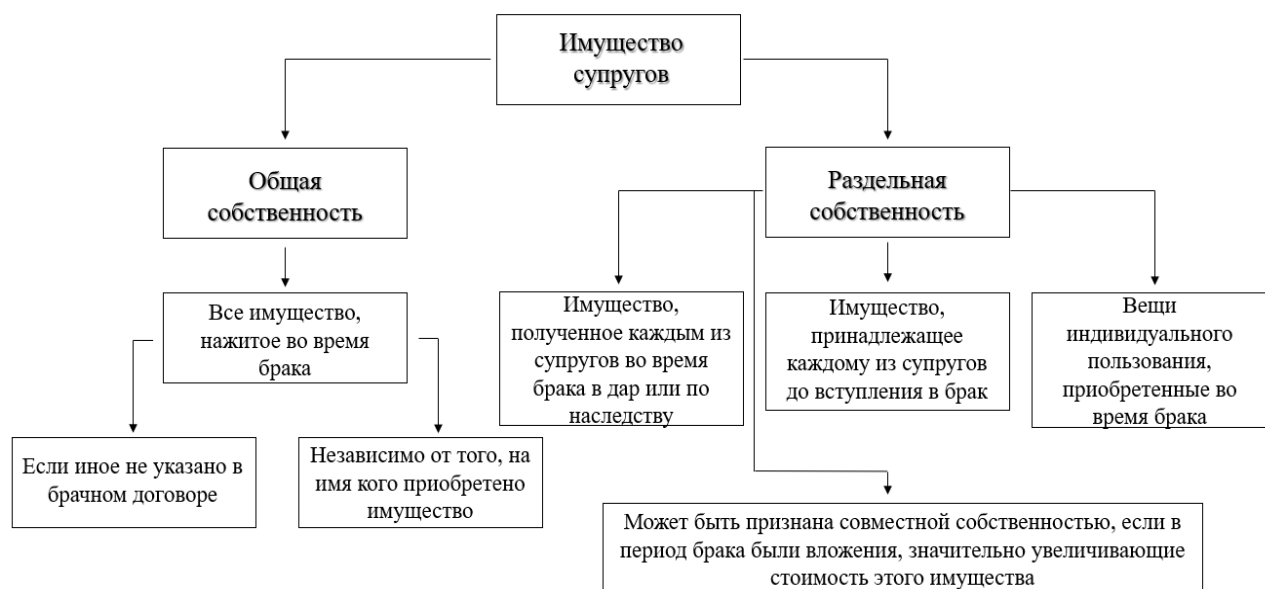


Рис. 1. Деление имущества супругов на общую и раздельную собственность

Несмотря на стремление законодателя к всестороннему правовому регулированию всех семейных правоотношений, достижение этой цели представляет собой значительную сложность [7].

Процесс расторжения брака может осуществляться через разные процедуры (рис. 2).

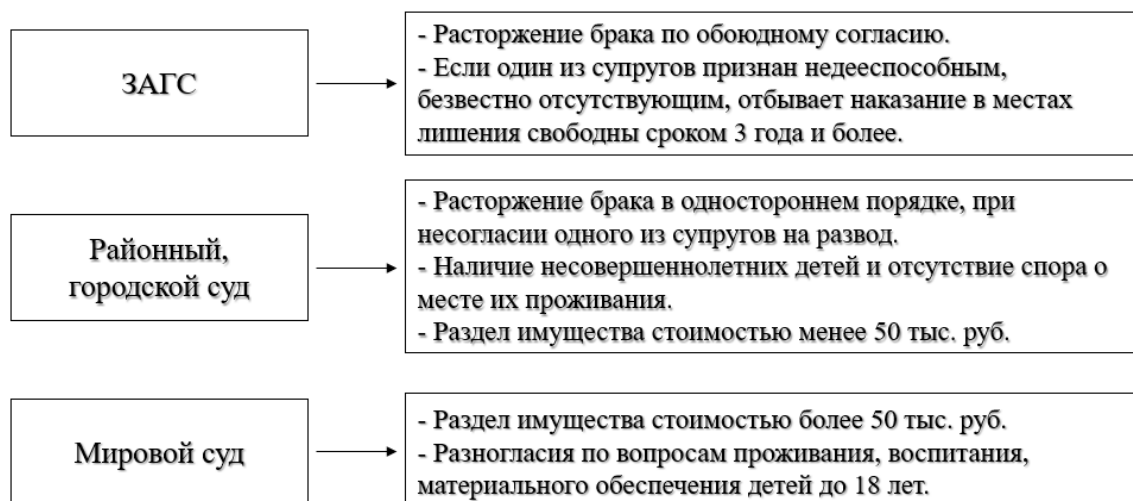


Рис. 2. Обеспечение процедуры расторжения брака

С развитием правовой системы, регулирующей семейные отношения, усиливается роль брачного договора, уточняются правила управления и распоряжения совместной собственностью, формируются условия для чёткого определения долей супругов. В рамках правового регулирования бракоразводных процессов планируется внедрение единых подходов к оценке имущества, расширение полномочий нотариусов в сфере оформления соглашений о разделе имущества, совершенствование механизмов подтверждения вкладов супругов в общее имущество. Также, с учетом развития информационных технологий ожидается внедрение цифровых решений для регистрации договоров, фиксации прав на имущество и сокращения сроков рассмотрения споров.

Рассмотрим статистику имущественных споров в рамках бракоразводных процессов. По данным, опубликованным новостным каналом «Риа новости», в 2024 году российскими судами было рассмотрено 30,3 тысячи дел о разделе совместно нажитого имущества между супругами. Из них в той или иной части был удовлетворён 91% от общего количества заявленных требований [8].

В рамках бракоразводных процессов чаще всего возникают имущественные споры, связанные с разделом следующего имущества:

1. Квартиры в многоквартирных домах (в том числе, приобретенные в рамках ипотечных программ).
2. Индивидуальные жилые дома, дачи и другие постройки, созданные или приобретенные в браке.
3. Земельные участки различного назначения.
4. Машино-места, гаражи, кладовые и другие помещения, зарегистрированные в установленном законодательством РФ порядке.
5. Нежилые здания, помещения, комплексы, на базе которых может осуществляться коммерческая или производственная деятельность.
6. Права пользования объектами недвижимости на условиях долгосрочной аренды.
7. Движимое имущество - автомобили, мотоциклы, бытовая техника, мебель и другое.
8. Денежные средства, вклады, финансовые и цифровые активы.
9. Имущественные права и доли - доли в уставных капиталах хозяйствующих обществ.
10. Иные активы - предметы роскоши, антиквариат, предметы коллекционирования и другие.

Чаще всего споры возникают именно по поводу того, кому достанется квартира или дом, автомобиль, а также денежные средства, накопленные за время брака. Важным аспектом является определение того, что считается совместно нажитым имуществом, и как правильно его разделить при разводе. Также, иногда перед расторжением брака одна из сторон может пытаться повлиять на стоимость имущества. Например, изменить характеристики объекта недвижимости или бизнеса, путём появления дополнительных обязательств или обременений. Это снижает их реальную стоимость и делает их менее ценными при разделе.

Законодательство Российской Федерации постоянно совершенствуется. Однако, остаются моменты, связанные с вариативностью судебных решений. Споры между супругами при расторжении брака имеют затяжной характер, поскольку необходимо оценить стоимость имущества, собрать большое количество документов и доказательств. Часто стороны представляют в суд отчеты об оценке, содержащие выводы о стоимости спорного имущества, которые противоречат друг другу. В связи с этим, часто судом назначается судебная экспертиза, направленная на установление реальной ценности того или иного имущества или прав с целью более точного и справедливого распределения имущества.

В настоящее время судебная оценочная экспертиза активно применяется в делах о разделе совместно нажитого имущества супругов. Примечательно, что, несмотря на её широкое применение, данный вид экспертизы не имеет официального статуса в Перечне родов (видов) судебных экспертиз, выполняемых в федеральных бюджетных судебно-экспертных учреждениях Минюста России, согласно приказу № 72 от 20.04.2023[9]. Однако, в практической деятельности такие вопросы решаются в рамках экспертиз из Перечня экспертиз.

В составе методического обеспечения процесса стоимостного исследования следует отметить следующие аспекты, оказывающие существенное влияние на величину стоимости имущества:

1. Установление даты оценки.
2. Определение технических характеристик исследуемого объекта на дату оценки, в том числе - возможность или ограничения в проведении осмотра.
3. Анализ обременений и иных обязательств, связанных с имуществом и оказывающих влияние на его стоимость (согласование с судом объема ограничений, подлежащих учету в процессе судебной экспертизы).
4. Документальное обеспечение процесса исследования (с учетом текущей и ретроспективной информации).
5. Сложные условия соблюдения процессуальных норм в условиях давления сторон на эксперта в условиях эмоциональной перегруженности и субъективности в предоставлении данных о характеристиках и иных свойствах объектов.

Необходимость учета перечисленных обстоятельств обязывает судебного эксперта к строгому соблюдению процессуальных норм, а также к вариативному подходу к расчету стоимости имущества. В частности, если какие-либо обременения и обязательства возникают накануне подачи заявлений о разводе, эксперт может представить суду два варианта расчета стоимости - с учетом и без учета дополнительных внешних обстоятельств, возникновение которых привело к существенному снижению ценности того или иного имущества. Данное обстоятельство может найти отражение в составе вопросов, поставленных судом перед экспертом. Также стороны могут предложить рассмотреть в процессе производства экспертизы расчет стоимости имущества на различные даты - до и после возникновения обременений и обязательств, связанных с имуществом.

С учетом представленных положений следует отметить, что определение стоимости имущества при расторжении брака - это важный и сложный процесс, который регулируется процессуальным законодательством и призван обеспечить справедливый раздел и дальнейшее использование имущества. По мнению авторов, учет существенных

обстоятельств судопроизводства данного направления в процессе производства судебной экспертизы должен быть направлен на повышение уровня достоверности исследования и способствовать правосудию. Дальнейшие исследования авторов в данном направлении предусматривают разработку методики стоимостной экспертизы в спорах по разделу имущества с учетом особых условий, характерных для данного вида споров.

Список литературы

1. Статистика браков и разводов / [Электронный ресурс] // ИнфоТейблс.ру: [Сайт]. - URL: <https://infotables.ru/statistika/31-rossijskaya-federatsiya/787-statistika-brakov-i-razvodov/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 19.01.2026).
2. Погосова, К. А. Особенности судебного разбирательства по делам о разделе общего имущества супругов [Текст] / К. А. Погосова. // Право: история, теория, практика: материалы V Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, июль 2017 г.). - Санкт-Петербург: Свое издательство, 2017. - С. 50-53.
3. Конституция Российской Федерации [Текст] // Собрание законодательства РФ. - 1993. - № 20. - Ст. 2064.
4. Семейный кодекс Российской Федерации от 29.12.1995 N 223-ФЗ (ред. от 23.11.2024, с изм. от 30.10.2025) (с изм. и доп., вступ. в силу с 05.02.2025) / [Электронный ресурс] // СПС КонсультантПлюс: [Сайт]. - URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8982/, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 19.01.2026).
5. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 N 51-ФЗ (ред. от 31.07.2025, с изм. от 25.11.2025) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.08.2025) / [Электронный ресурс] // СПС КонсультантПлюс: [Сайт]. - URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 19.01.2026).
6. Федеральный закон "Об актах гражданского состояния" от 15.11.1997 N 143-ФЗ (последняя редакция) [Текст] // Собрание законодательства РФ. - 1997. - № 47. - Ст. 5304
7. Алборов, Д. О. Роль брачного договора в разделе имущества между супругами / [Электронный ресурс] // ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ. 2023. // СПС КонсультантПлюс: [Сайт]. - URL: <https://doicode.ru/doifile/lj/93/trnio-01-2023-155.pdf> , Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 19.01.2026).
8. Риэлторские услуги в России / [Электронный ресурс] // РИА Новости. - Новости: [Сайт]. - URL: <https://realty.ria.ru/20251003/razdel-2045672250.html/>, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 19.01.2026).
9. Приказ Минюста России от 20.04.2023 № 72 «Об утверждении Перечня родов (видов) судебных экспертиз, выполняемых в федеральных бюджетных судебно-экспертных учреждениях Минюста России, и перечня экспертных специальностей, по которым предоставляется право самостоятельного производства судебных экспертиз в федеральных бюджетных судебно-экспертных учреждениях Минюста России» / [Электронный ресурс] // СПС КонсультантПлюс: [Сайт]. - URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_445502/, Загл. С экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 19.01.2026).

List of references

1. Statistics of marriages and divorces / [Electronic resource] // <url>: [Website]. - URL: <https://infotables.ru/statistika/31-rossijskaya-federatsiya/787-statistika-brakov-i-razvodov/> , Title. From the screen. – Yaz. rus. (date of application: 01/19/2026).

2. Pogosova, K. A. Features of judicial proceedings in cases of division of common property of spouses [Text] / K. A. Pogosova. // Law: history, theory, practice: proceedings of the V International Scientific Conference (St. Petersburg, July 2017). - St. Petersburg: Svo publishing House, 2017. - pp. 50-53.

3. The Constitution of the Russian Federation [Text] // Collection of legislation of the Russian Federation. - 1993. - No. 20. - Art. 2064.

4. The Family Code of the Russian Federation dated December 29, 1995 N 223-FZ (as amended on 11/23/2024, as amended. from 10/30/2025) (with amendments and additions, intro. effective from 02/05/2025) / [Electronic resource] // SPS Consultantplus: [Website]. - URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8982/, Title. From the screen. – In Russian (accessed: 01/19/2026).

5. The Civil Code of the Russian Federation (Part one) of 11/30/1994 N 51-FZ (as amended on 07/31/2025, as amended. dated 11/25/2025) (with amendments and additions, intro. effective from 08/01/2025) / [Electronic resource] // SPS Consultantplus: [Website]. - URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/, Title. From the screen. – In Russian (date of reference: 01/19/2026).

6. Federal Law "On Acts of Civil Status" dated 11/15/1997 N 143-FZ (latest edition) [Text] // Collection of legislation of the Russian Federation. - 1997. - No. 47. - St. 5304

7. Alborov, D. O. The role of the marriage contract in the division of property between spouses / [Electronic resource] // TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF SCIENCE AND EDUCATION. 2023. // SPS Consultantplus: [Website]. - URL: <https://doicode.ru/doi/10.21603/2023-155.pdf>, Title. From the screen. – In Russian (accessed: 01/19/2026).

8. Real estate services in Russia / [Electronic resource] // RIA Novosti. - News: [Website]. - URL: <https://realty.ria.ru/20251003/razdel-2045672250.html>, Title. From the screen. – In Russian (accessed: 01/19/2026).

9. Order of the Ministry of Justice of the Russian Federation dated 04/20/2023 No. 72 "On approval of the List of types (types) of forensic examinations performed in Federal Budgetary forensic expert institutions of the Ministry of Justice of the Russian Federation and the list of expert specialties for which the right to independently conduct forensic examinations in federal budgetary forensic expert institutions of the Ministry of Justice of the Russian Federation" / [Electronic resource] // SPS ConsultantPlus: [Website]. - URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_445502/, Title. From the screen. – In Russian (accessed: 01/19/2026).

УДК 332.1:614:711.4

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЭКОСИСТЕМЫ: РОЛЬ КОМПЛЕКСНОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ В СОЗДАНИИ КЛАСТЕРОВ БИМЕДИЦИНСКИХ ИННОВАЦИЙ НА СТЫКЕ СТРОИТЕЛЬСТВА, ЭКОНОМИКИ И ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

С. Ю. Нерозина, А. В. Лушникова, А. А. Осипов

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

Лушникова Анна Владимировна, *Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, кандидат медицинских наук, доцент кафедры поликлинической терапии, E-mail: avlushnikova@vrngmti.ru*

Осипов Александр Анатольевич, *Воронежский государственный технический университет, старший преподаватель кафедры систем управления и информационных технологий в строительстве, E-mail: aosipov@cchgeu.ru*

Аннотация: в данной статье рассматривается парадигма комплексного развития территорий (КРТ) как стратегическая основа для создания передовых биомедицинских инновационных кластеров. В нем утверждается, что сознательное, синергетическое совместное размещение научных исследований, клинической практики и промышленности в рамках тщательно спланированной городской среды представляет собой мощную модель решения современных задач в области здравоохранения, экономического роста и устойчивого строительства. В статье КРТ анализируется через призму взаимосвязанных трех ключевых составляющих: строительство и городское планирование, которые обеспечивают специализированную физическую инфраструктуру, основанную на технологиях; экономика, которая стимулирует и извлекает выгоду из эффектов кластерной агломерации, создания рабочих мест и государственно-частного партнерства (ГЧП); и, медицина и здравоохранение. В заключении утверждается, что КРТ для биомедицинских кластеров - это не просто тенденция городского планирования, но и необходимая социально-экономическая стратегия для стран, направленная на обеспечение долгосрочной конкурентоспособности в глобальной экономике, основанной на знаниях, повышение устойчивости здоровья населения и содействие устойчивому развитию городов.

Ключевые слова: комплексное развитие территорий, биомедицинский кластер, инновационная экосистема, строительство, экономика, здравоохранение.

SYNERGETIC ECOSYSTEMS: THE ROLE OF INTEGRATED TERRITORIAL DEVELOPMENT IN CREATING CLUSTERS OF BIOMEDICAL INNOVATIONS AT THE INTERSECTION OF CONSTRUCTION, ECONOMICS AND HEALTHCARE

S. Y. Nerozina, A. V. Lushnikova, A. A. Osipov

Nerozina Svetlana Yurievna, ¹*Voronezh 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

Lushnikova Anna Vladimirovna, *Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Polyclinic Therapy, E-mail: avlushnikova@vrngmu.ru*

Osipov Alexander Anatolyevich, *Voronezh State Technical University, Senior Lecturer at the Department of Management Systems and Information Technologies in Construction, E-mail: aosipov@cchgeu.ru*

Abstract: this article examines the paradigm of integrated territorial development (CDT) as a strategic basis for the creation of advanced biomedical innovation clusters. It argues that the conscious, synergetic co-location of scientific research, clinical practice, and industry within a carefully planned urban environment represents a powerful model for addressing modern challenges in healthcare, economic growth, and sustainable construction. The article analyzes the CRT through the prism of three interrelated key components: construction and urban planning, which provide specialized physical infrastructure based on technology; the economy, which stimulates and benefits from the effects of cluster agglomeration, job creation and public-private partnership (PPP); and, medicine and healthcare. In conclusion, it is argued that CT for biomedical clusters is not just an urban planning trend, but also a necessary socio-economic strategy for countries aimed at ensuring long-term competitiveness in a global knowledge-based economy, increasing the sustainability of public health and promoting sustainable urban development.

Keywords: integrated development of territories, biomedical cluster, innovation ecosystem, construction, economy, healthcare.

21-й век характеризуется серьезными вызовами: демографическими сдвигами в сторону старения населения, растущим бременем хронических заболеваний, угрозой пандемий и настоятельной потребностью в устойчивых экономических моделях. Традиционные, разрозненные подходы в сфере здравоохранения, научных исследований и промышленной политики становятся все более неадекватными для решения этих сложных, взаимосвязанных проблем. Возникает новая парадигма, которая признает глубокую синергию, достижимую благодаря пространственной и функциональной интеграции ключевых секторов [1].

В данной статье исследуется концепция комплексного территориального развития, применяемая специально для создания биомедицинских инновационных кластеров [2]. Биомедицинский кластер, основанный на КРТ, определяется как географически сконцентрированная, тщательно спланированная экосистема, которая намеренно размещает:

- институты фундаментальных и прикладных исследований (университеты, научно-исследовательские центры);
- передовые клинические учреждения (больницы, специализированные лечебные центры);
- промышленные партнеры (фармацевтические, биотехнологические компании, производители медицинского оборудования);
- поддержка жилой, социальной и коммерческой инфраструктуры [3].

Главный тезис заключается в том, что продуманное проектирование и застройка таких интегрированных территорий создают мощную «тройную спираль» взаимодействия между научными кругами, промышленностью и правительством, что приводит к результатам, превосходящим сумму их составляющих. В данной работе рассматривается такая синергия с помощью трех аналитических основ: строительства (физического фактора),

экономики (движущей силы и получателя выгоды) и медицины (конечного получателя выгоды и поставщика контента) [4]. Суть заключается в следующем:

1. Основа строительства и городского планирования: создание «умного» фундамента.

Перед строительным сектором стоит задача воплотить концепцию КТР в функциональную, перспективную физическую реальность. Это выходит далеко за рамки традиционного строительства [5]:

- Специализированная, специально построенная инфраструктура. В отличие от стандартных коммерческих или жилых проектов, биомедицинские кластеры требуют высокоспециализированного оборудования. Сюда входят лаборатории со строгим контролем вибрации, чистоты воздуха (чистые помещения класса ISO 5-8), температуры и влажности; помещения для доклинических исследований (виварии); экспериментальные производственные установки, соответствующие требованиям GMP/GLP; и клинические помещения, оборудованные для передовых методов лечения (например, бункеры для протонной терапии, гибридные операционные). Строительство должно осуществляться в соответствии со сложными нормативными стандартами (FDA, руководящие принципы EMA) с самого начала.

- Подход, основанный на жизненном цикле, и BIM. Информационное моделирование зданий (BIM) незаменимо. Цифровой двойник всего кластера обеспечивает интегрированное проектирование, обнаружение конфликтов и, что наиболее важно, эффективное управление объектом на протяжении всего его жизненного цикла. Это имеет решающее значение для управления сложными инженерными сетями (медицинские газы, кабели передачи данных, специализированная обработка отходов) и планирования адаптируемых помещений, которые могут развиваться в соответствии с технологическими изменениями.

- Соединительная ткань и «мягкий» урбанизм: Генеральное планирование направлено на создание плотной, удобной для прогулок среды смешанного назначения, способствующей незапланированному взаимодействию - знаменитому «эффекту кофейного уголка», жизненно важному для инноваций. Удобные для пешеходов дорожки, зеленые коридоры и общие общественные пространства (атриумы, конференц-центры, кафетерии) специально разработаны для объединения исследователей, клиницистов и предпринимателей. Принципы устойчивого строительства (сертификаты LEED, BREEAM) применяются не только для улучшения состояния окружающей среды, но и для снижения долгосрочных эксплуатационных расходов и создания более здоровой окружающей среды для пациентов и персонала [6].

2. Экономическая составляющая. Логика агломерации и инвестиции с экономической точки зрения КРТ для биомедицинских кластеров является стратегической инвестицией, использующей мощные силы экономики агломераций:

- Передача знаний и ускорение внедрения инноваций: близость к центру сокращает операционные издержки и время на совместную работу. Исследователь может прийти в кабинет врача, чтобы обсудить ситуацию с пациентом, а стартап может за одну ночь заказать аналитические услуги в соседнем центре. Такая плотность ускоряет процесс передачи данных «от стенда к кровати», ускоряя превращение научных открытий в востребованные на рынке продукты и методы лечения.

- Привлечение и удержание кадрового резерва. Кластеры становятся магнитом для талантов со всего мира (ученых, клиницистов, инженеров, разработчиков бизнеса). Концентрация перспективных рабочих мест создает мощный рынок труда, выгодный как для работодателей, так и для работников. Присутствие учреждений высшего уровня выступает в качестве инструмента брендинга для всего региона.

- Государственно-частное партнерство (ГЧП) и распределение рисков: крупные капитальные затраты (CapEx), необходимые для таких кластеров, часто требуют применения моделей ГЧП. Правительства или муниципалитеты предоставляют землю, преимущества в

зонировании и первоначальные инвестиции в инфраструктуру, в то время как частные организации финансируют и эксплуатируют определенные объекты (например, диагностический центр, отель для медицинских туристов). Это снижает финансовые риски и повышает эффективность частного сектора.

- Диверсификация и устойчивость экономики. Для ресурсоориентированных экономик или стран с переходной экономикой развитие биомедицинского кластера представляет собой стратегический шаг в направлении создания наукоемкого сектора с высокой добавленной стоимостью. Это создает экспортный потенциал (лекарства, устройства, медицинские услуги) и создает более устойчивую экономическую базу, ориентированную на будущее [7,8].

3. Медицинская составляющая и здравоохранение: улучшение результатов и систем. Конечной целью кластера является улучшение здоровья человека, чего он достигает за счет структурной интеграции:

- Трансляционная медицина как режим по умолчанию: физическая близость лабораторий и клиник институционализирует трансляционные исследования. Это позволяет осуществлять обратный перевод (клинические наблюдения, служащие основой для фундаментальных исследований) так же эффективно, как и традиционный прямой путь. Реальные данные, поступающие из больницы, могут быть непосредственно использованы для изучения характера заболеваний и эффективности лечения.

- Доступ к передовому медицинскому обслуживанию и клиническим испытаниям: Пациенты в рамках кластерной экосистемы получают ранний доступ к передовым методам лечения, диагностическим инструментам и клиническим испытаниям. Это упрощает мультидисциплинарный подход; больные раком могут секвенировать свои геномные данные в лаборатории, обсудить их на совете по опухолям с исследователями и онкологами и принять участие в испытаниях таргетной терапии - и все это в одном районе.

- Эффективность и общесистемные преимущества: Общие централизованные основные средства (центры обработки изображений, платформы для секвенирования генома, биобанки) позволяют избежать дорогостоящего дублирования и повысить коэффициент использования. Интегрированные цифровые сети здравоохранения и телемедицинские центры могут соединить центральный кластер с периферийными поставщиками медицинских услуг, улучшая координацию оказания медицинской помощи в регионе.

- Сосредоточение внимания на профилактике и сохранении здоровья: кластерная среда естественным образом способствует проведению исследований и предоставлению услуг в области прогнозной, профилактической и персонализированной медицины, смещая акцент с лечения заболеваний на поддержание здоровья [9,10].

Российский подход к созданию биомедицинских кластеров на основе комплексного территориального развития (КРТ) представляет собой квинтэссенцию управляемой государством модели «сверху вниз», характеризующейся грандиозными амбициями и специфическими системными вызовами. В отличие от органически выращиваемых экосистем, в России особое внимание уделяется целенаправленному строительству «иннополисов» - запланированных наукоградов или инновационных районов, которые часто возводятся с нуля на основании федерального указа. Ярким примером является Иннополис в Республике Татарстан. Несмотря на то, что изначально компания была сосредоточена на информационных технологиях, ее экосистема начинает генерировать спрос и возможности для стартапов в области телемедицины и медицинских технологий, демонстрируя побочный эффект развития компетенций в рамках планируемой цифровой среды.

Более специализированные биомедицинские проекты часто запускаются в рамках более крупных федеральных инициатив. Например, концепция «Фармкластера» в инновационном центре «Сколково» (рис. 1) в Москве направлена на локализацию производства жизненно важных лекарственных препаратов, объединяя исследовательские центры с промышленными площадками. В Санкт-Петербурге концепция

«нейроурбанистического» или нейротехнологического кластера направлена на то, чтобы использовать сильные городские академические школы в области неврологии и робототехники [11]. Кроме того, крупные национальные проекты, такие как «Здравоохранение» и «Наука и университеты», напрямую финансируют строительство новых федеральных исследовательских медицинских центров, которые часто задумываются как опорные пункты для будущих инновационных районов, таких как клинические центры ФМБА (Федеральный научно-клинический центр) в различных регионах [12].



Рис. 1. Международный медицинский кластер на территории ИЦ «Сколково», г. Москва

Основные движущие силы этой модели очевидны: национальная безопасность в области фармацевтики и медицинских технологий (импортозамещение), стремление диверсифицировать ресурсозависимую экономику и политическая цель развития высокотехнологичных центров за пределами Москвы и Санкт-Петербурга. Значительные государственные инвестиции в инфраструктуру и строительство выступают в качестве первоначального катализатора [13].

Однако российская модель сталкивается с серьезными системными проблемами. Первая из них - это «пробел в координации». В то время как государство может создать впечатляющую физическую инфраструктуру, одновременное развитие динамичной, самоподдерживающейся инновационной экосистемы с критической массой частного рискованного капитала, гибкими малыми и средними предприятиями (МСП) и сильной культурой академического предпринимательства является гораздо более сложной задачей. Существует постоянный риск создания впечатляющих, но недостаточно используемых «театров инноваций». Вторая проблема - утечка знаний. Привлечение и, что более важно, удержание международных исследователей мирового уровня и талантливых молодых ученых в рамках этих новых кластеров остается сложной задачей из-за геополитических факторов, бюрократических препон, а иногда и недостаточной интеграции в глобальные научные сети. Наконец, зависимость от циклического государственного финансирования делает долгосрочное планирование науки, требующее десятилетий стабильных инвестиций, крайне уязвимым к изменениям бюджетных приоритетов [14].

Таким образом, пример России демонстрирует, что физическое строительство интегрированной территории, хотя и является необходимым и колоссальным первым шагом, недостаточно для успеха. Конечным испытанием для подобных проектов является переход

от субсидируемого государством строительного проекта к действительно рыночной и глобально связанной экосистеме знаний. Для этого требуются не только кирпичи, строительный раствор и указы, но и глубокие институциональные реформы, развитие рынков венчурного капитала и формирование культуры открытых инноваций и сотрудничества, выходящей за пределы национальных границ. Следующие несколько лет будут иметь решающее значение для определения того, смогут ли эти амбициозные планируемые кластеры преодолеть присущие им проблемы и реализовать синергетический потенциал, лежащий в основе концепции комплексного развития территорий.

Список литературы

1. Ключко, М. В. Экосистемный подход к взаимодействию организаций здравоохранения с инфраструктурой региона в плане решения демографических проблем / М. В. Ключко // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2024. – № 1. – С. 106-112.
2. Власов, Е. Е. Роль программы "Комплексное развитие территории" в развитии строительного комплекса региона / Е. Е. Власов // Наука XXI века: актуальные направления развития. – 2023. – № 2-1. – С. 10-14.
3. Полянин, А. В. Развитие системы здравоохранения на основе кластерного подхода / А. В. Полянин, Л. И. Проняева, А. В. Павлова // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2021. – Т. 29, № S1. – С. 694-702. – DOI 10.32687/0869-866X-2021-29-s1-694-702.
4. Пестаков, В. А. Роль благоустройства территории в комплексном развитии городского пространства / В. А. Пестаков // Электронная наука. – 2024. – Т. 5, № 2.
5. Меньшаева, К. Д. Роль пространственного анализа в процедуре комплексного развития территорий / К. Д. Меньшаева, Я. А. Волкова // Московский экономический журнал. – 2025. – Т. 10, № 6. – С. 228-237.
6. Юденко, М. Н. Роль стандарта комплексного развития территорий в снижении рисков строительства объектов социальной инфраструктуры / М. Н. Юденко, И. В. Федосеев // Управление рисками в экономике: проблемы и решения : труды научно-практической конференции с зарубежным участием РИСК'Э-2020, Санкт-Петербург, 12–13 ноября 2020 года. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2021. – С. 100-108.
7. 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.
8. Нерозина, С. Ю. Эффективный управленческий процесс как неотъемлемая часть успеха медицинской отрасли / С. Ю. Нерозина, А. В. Лушникова // Проблемы и перспективы развития России: Молодежный взгляд в будущее : Сборник научных статей 6-й Всероссийской научной конференции. В 3-х томах, Курск, 19–20 октября 2023 года / Редколлегия: А.А. Горохов (отв. редактор). Том 2. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2023. – С. 318-322.
9. Нерозина, С. Ю. Повышение эффективности и качества медицинских услуг путем внедрения процессного подхода к управлению в здравоохранении / С. Ю. Нерозина, А. В. Лушникова, И. П. Захарова, Д. Н. Захаров // Проблемы общественного здоровья, организации здравоохранения и фармации : Сборник трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Курск, 15–17 мая 2024 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2024. – С. 119-123.

10. Нерозина, С. Ю. Особенности принятия эффективных управленческих решений в частных медицинских центрах РФ / С. Ю. Нерозина, А. В. Лушникова // Психология здоровья и болезни: клиничко-психологический подход : Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (с использованием дистанционных технологий), Курск, 28–29 ноября 2024 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2024. – С. 25-29.

11. Нерозина, С. Ю. Эффективные методы влияния нейромаркетинга на психологию поведения потребителя посредством управления в строительной отрасли / С. Ю. Нерозина, П. А. Журавлева // Современные проблемы менеджмента в строительстве : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 24–25 ноября 2022 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2023. – С. 207-213.

12. Руднева, Д. В. Экосистема управления рисками реализации национальных проектов / Д. В. Руднева // Учет и статистика. – 2025. – Т. 22, № 2. – С. 116-124.

13. Кириллов, Е. М. Проблемы комплексного инвестиционного развития территорий / Е. М. Кириллов, С. И. Кириллов, Д. Е. Тоймбетов, Ю. М. Юсупов // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2023. – Т. 4, № 1(133). – С. 137-146.

14. Липова, Ю. С. Эффекты территориальных кластеров как инструментов развития отрасли здравоохранения в регионе / Ю. С. Липова, О. А. Затепакин, Н. Ф. Апарина, Н. Н. Степанова // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 12-4(89). – С. 494-499.

List of references

1. Klochko, M. N. V. N. Ecosystem approach to the interaction of healthcare organizations with the infrastructure of the region in terms of solving demographic problems / M. N. V. N. Klochko // RISK: Resources, Information, Supply, Competition. – 2024. – No. 1. - I. 106-112.

2. Vlasov, E. N. E. N. The role of the program "Integrated development of the territory " in the development of the construction complex of the region / E. N. E. N. Vlasov // Science of the XXI century: current directions of development. – 2023. – No. 2-1. - I. 10-14.

3. Polyanin, A. N. V. N. Development of the healthcare system based on the cluster approach / A. N. V. N. Polyanin, L. N. I. N. Pronyaeva, A. N. V. N. Pavlova // Problems of social hygiene, public health and the history of medicine. – 2021. - D. N. 29, No. S1. - I. 694-702. – DOI 10.32687/0869-866X-2021-29- s1-694-702.

4. Pestakov, V. N. A. N. The role of landscaping in the integrated development of urban space / V. N. A. N. Pestakov // Electronic Science. – 2024. - D. N. 5, No. 2.

5. Menshaeva, K. N. J. The role of spatial analysis in the procedure of integrated development of territories / K. N. J. Menshaeva, Ya. N. A. N. Volkova // Moscow Economic Journal. – 2025. - D. N. 10, No. 6. - I. 228-237.

6. Yudenko, M. N. N. The role of the integrated territorial development standard in reducing the risks of building social infrastructure facilities / M. N. N. Yudenko, I. N. V. N. Fedoseev // Risk management in Economics: problems and solutions : proceedings of the scientific and practical conference with foreign participation RISK-2020, St. Petersburg, November 12-13, 2020. -Saint Petersburg: Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University", 2021. - I. 100-108.

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

8. Nerozina, S. N. Yu. N. Effective management process as an integral part of the success of the medical industry / S. N. Yu. N. Nerozina, A. N. V. N. Lushnikova // Problems and prospects of Russia's development: Youth perspective on the future : Collection of scientific articles of the 6th All-Russian Scientific Conference. In 3 volumes, Kursk, October 19-20, 2023 / Editorial board: A.

N.A. N. Gorokhov (editor-in-chief). Volume 2. Kursk: Closed Joint-Stock Company "University Book", 2023. - I. 318-322.

9. Nerozina, S. N. Yu. N. Improving the efficiency and quality of medical services through the introduction of a process approach to management in healthcare / S. N. Yu. N. Nerozina, A. N. V. N. Lushnikova, I. N. P. N. Zakharova, D. N. N. Zakharov / / Problems of public health, healthcare organization and pharmacy : Proceedings based on the materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation, Kursk, May 15-17, 2024. Kursk: Kursk State Medical University, 2024. I. 119-123.

10. Nerozina, S. N. Yu. N. Features of making effective managerial decisions in private medical centers of the Russian Federation / S. N. Yu. N. Nerozina, A. N. V. N. Lushnikova / / Psychology of health and disease: a clinical and psychological approach : Proceedings of the XIV All-Russian Scientific and Practical conference with international participation (with using remote technologies), Kursk, November 28-29, 2024. Kursk: Kursk State Medical University, 2024. I. 25-29.

11. Nerozina, S. N. Yu. N. Effective methods of neuromarketing influence on the psychology of consumer behavior through management in the construction industry / S. N. Yu. N. Nerozina, P. N. A. N. Zhuravleva / / Modern management problems in construction : Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation, St. Petersburg, November 24-25, 2022. -Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 2023. - I. 207-213.

12. Rudneva, D. N. V. N. Ecosystem of risk management for the implementation of national projects / J. V. N. Rudneva / / Accounting and statistics. – 2025. - D. N. 22, No. 2. - I. 116-124.

13. Kirillov, E. N. M. N. Problems of integrated investment development of territories / E. N. M. N. Kirillov, S. N. I. N. Kirillov, D. N. E. N. Toimbetov, Yu. N. M. N. Yusupov / / Economics and management: problems, solutions. – 2023. - D. N.. 4, № 1(133). - I. 137-146.

14. Lipova, Yu. N. St. Effects of territorial clusters as tools for the development of the healthcare industry in the region / Yu. N. St. Lipova, O. N. A. N. Zatepyakin, N. F. N. Aparina, N. N. Stepanova / / Economics and entrepreneurship. – 2017. – № 12-4(89). - I. 494-499.

УДК 334.722:614.2

МИНИМИЗАЦИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ЗАТРАТ И ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ФИНАНСИРОВАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЧАСТНОГО МЕДИЦИНСКОГО ЦЕНТРА

С. Ю. Нерозина, С. И. Ушаков, М. В. Пшеничникова, П. А. Яковлева

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

Ушаков Сергей Игоревич, Воронежский государственный технический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью, E-mail: 2430471@gmail.com

Пшеничникова Марина Викторовна, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. МТПР-241, E-mail: marik271202@yandex.ru

Яковлева Полина Александровна, Воронежский государственный технический университет, магистрант гр. МТПР-241, E-mail: pelagya2020@yandex.ru

Аннотация: в данной статье рассмотрена перспектива реализации частных медицинских центров, а также сложности в управлении большими объемами денежных потоков на этапе реализации инвестиционно-строительного проекта. В результате рассмотрения возможных решений данной проблемы были предложены варианты оптимизации структуры затрат – CAPEX. Одним из инструментов грамотного учета и эффективного управления затратами может быть информационная модель (BIM), дающее наиболее полное представление о состоянии проекта на данном этапе. Снижение затратных статей – один из ключевых критериев, к которому должны стремиться показатели CAPEX, потому что именно от объема затрат зависит объем капиталовложений. Выбор способа финансирования зависит от особенностей реализации проекта, его масштаба, сферы, инвестиционно-экономических и других показателей.

Ключевые слова: финансирование, затраты, CAPEX, оптимизация, инвестиционно-строительный проект.

MINIMIZATION OF INVESTMENT COSTS AND SELECTION OF OPTIMAL SOURCES OF FINANCING FOR THE CONSTRUCTION OF A PRIVATE MEDICAL CENTER

S. Yu. Nerozina, S. I. Ushakov, M. V. Pshenichnikova, P. A. Yakovleva

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

Ushakov Sergey Igorevich, 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: 2430471@gmail.com

Pshenichnikova Marina Viktorovna, *Voronezh State Technical University, Master's student gr. mTPR-241, E-mail: marik271202@yandex.ru*

Yakovleva Polina Aleksandrovna, *Voronezh State Technical University, Master's student gr. mTPR-241, E-mail: pelagya2020@yandex.ru*

Abstract: this article examines the prospect of implementing private medical centers, as well as the difficulties in managing large amounts of cash flows during the implementation phase of an investment and construction project. As a result of the consideration of possible solutions to this problem, options for optimizing the cost structure – CAPEX – were proposed. One of the tools for competent accounting and effective cost management can be an information model (BIM), which provides the most complete picture of the project status at this stage. Reducing cost items is one of the key criteria that CAPEX indicators should strive for, because the volume of investments depends on the volume of costs. The choice of the financing method depends on the specifics of the project, its scale, scope, investment, economic and other indicators.

Keywords: financing, costs, CAPEX, optimization, investment and construction project.

Частные медицинские учреждения занимают важное место в системе здравоохранения РФ: правительство уделяет много внимания улучшению предоставляемых услуг, а также их расширению путем строительства новых центров [1].

Строительство такого центра является сложным инвестиционным проектом, требующим большого объема капиталовложений из разных источников финансирования [2,3]. Ввиду большого объема инвестиций и серьезных затрат на реализацию, оптимизация инвестиционных затрат (CAPEX) становится необходимым и наиболее важным инструментом для привлечения более выгодной формы финансирования и уменьшения срока окупаемости.

Зачастую в CAPEX при выборе варианта снижения затрат путем сокращения расходов и экономии на материалах, использования более дешевых и некачественных заменителей, применения неактуальных технологий строительства приводит к появлению брака в строительных конструкциях, что потребует в дальнейшем вложений для устранения дефектов, а, следовательно, приведет к увеличению операционных расходов (OPEX) и снижению экономической эффективности проектов, в частности его окупаемости.

При грамотном и эффективном применении данного инструмента управления финансами необходимо учитывать несколько параметров: конечную стоимость продукта, его окупаемость, безопасность сокращения затрат, уменьшение используемых материалов и ресурсов. Уменьшение CAPEX это профессиональное умение, заключающееся не только в анализе статистики и логистики, но и оптимизации и управлении ресурсами без сокращения затрат путем использования низкокачественных материалов [4].

Прямые затраты при строительстве (формирующие себестоимость) – это оплата труда, сырья, эксплуатация оборудования, то есть расходы, напрямую относящиеся к производству конкретного объекта. Косвенные затраты – это расходы, наоборот, не входящие в себестоимость: расходы на маркетинг, рекламу, амортизация оборудования и т.д. [5]

Оптимизация прямых и косвенных затрат должна прослеживаться на протяжении всего жизненного цикла проекта, от его проектирования до завершения [6]. Все затраты должны использоваться таким образом, чтобы они могли приносить максимальную прибыль в будущем. На этапе проектирования используется множество инструментов: например, визуализация объектов в 3D модели, позволяющая сокращать количество недочетов и ошибок. BIM моделирование [7] в 5D в режиме реального времени показывает разницу в стоимости объекта в зависимости от принимаемых проектных решений, тем самым сокращая и временные и финансовые затраты (рис. 1).

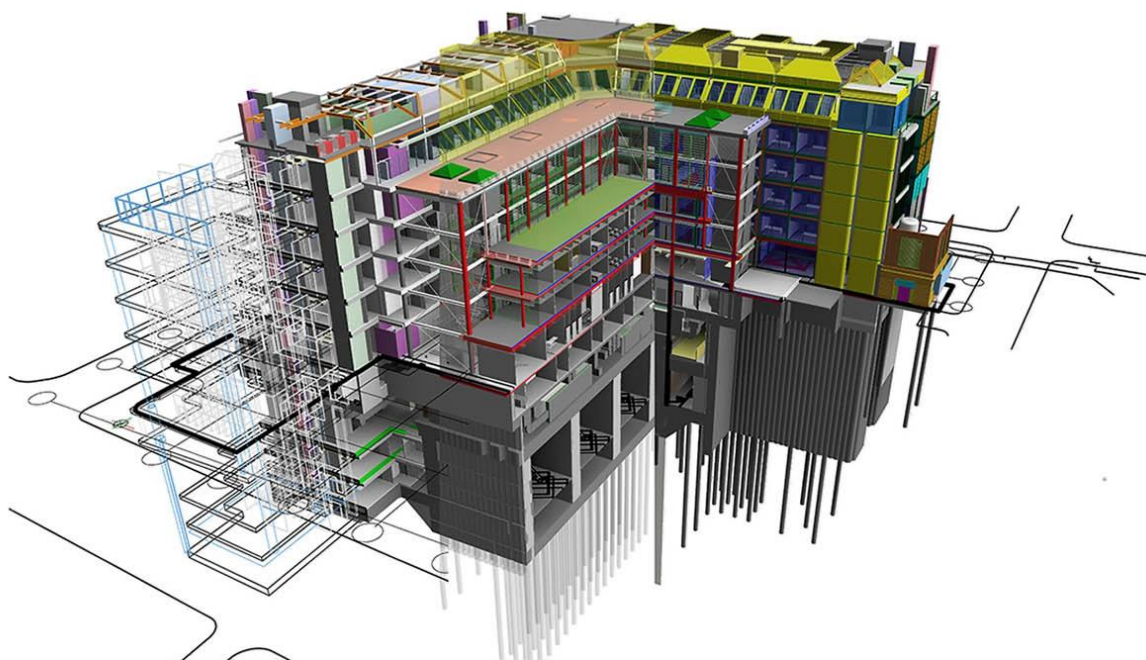


Рис. 1. Пример 5D BIM-модели

Отказ от лишней площади в планировке здания, проектирование зданий с применением энергоэффективных инженерных систем (LED-лампы, солнечные батареи) позволяет сократить расходы на строительство и эксплуатацию здания.

На этапе реализации проекта появляются новые нюансы, способствующие повлиять на затраты. Однако верное проектирование с применением современных технологий заранее предусматривает все возможные риски и исходы. Программные обеспечения позволяют контролировать: процесс строительства в электронном формате; составление необходимой отчетности; постановку задач подчиненным; поставки материалов и оборудования, а также устранение дефектов и недочетов. Контроль выполнения календарного плана и самой строительной площадки, все это возможно сделать в электронном формате, что позволяет сократить прямые затраты при реализации проекта. Выбор одного надежного поставщика материалов и ресурсов позволяет снизить финансовые затраты, путем оптимизации логистики, сокращения временных потерь на поиск разных поставщиков. Работы с одним надежным контрагентом дает возможность получения более качественных товаров, которые будут соответствовать стандартам качества и безопасности, что является важным критерием для сокращения затрат в перспективе.

Оптимизация затрат на строительстве – это работа, которая требует навыков и умений в управленческом учете и цифровых решений, ведь от окончательного размера капиталовложений в проект зависит и форма его финансирования [8].

Выбор источника финансирования зависит от особенностей инвестиционно-строительного проекта и факторов, влияющих на него [9]. Классификация показывает два основных вида привлекаемого бюджета: внутреннего и внешнего (рис. 2).

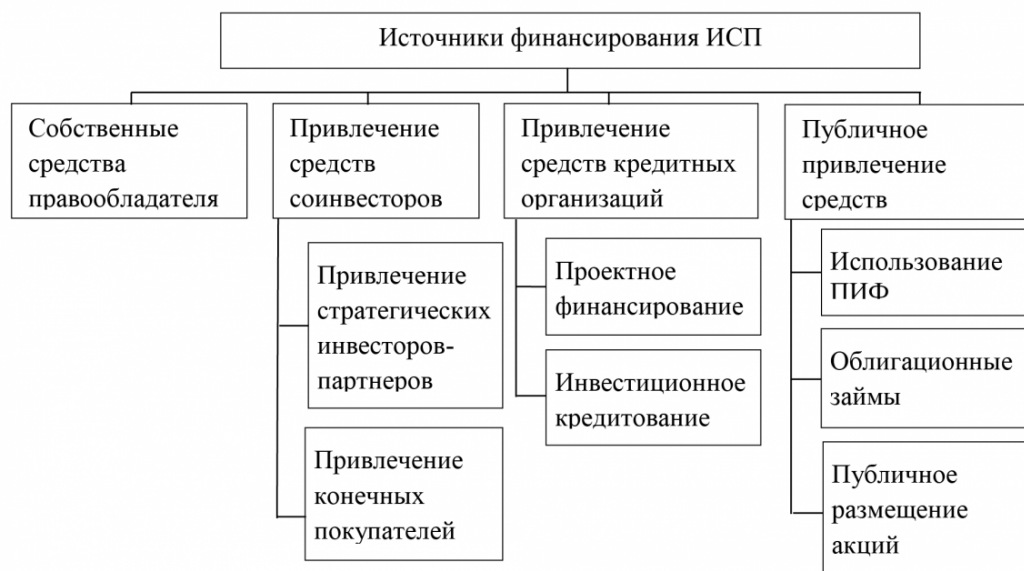


Рис. 2. Источники финансирования инвестиционно-строительного проекта

Внешние источники включают в себя заемные средства и привлеченные. Заемный капитал подразумевает собой ссуду, полученную на определенный срок и под проценты (кредиты, лизинг, облигации). Кредит выдается как на период строительства, так и на последующий период эксплуатации объекта. Лизинг чаще всего предпочитают выдавать на дорогостоящее медицинское оборудование, которое после всех выплат переходит в собственность самой клиники. Привлеченный капитал представляет собой неоформленные напрямую займы, то есть эмиссии акций, государственные субсидии, которые чаще всего выдаются на объекты социального назначения, куда и входит проект медицинского учреждения [10,11].

Еще одним источником финансирования являются собственные средства правообладателя, которые вкладываются на этапе инициации проекта. Далее происходит привлечение внешнего финансирования. Источниками собственных средств являются прибыль, имеющиеся резервы, уставной капитал компании. Нередко применяется комбинированная схема финансирования, при котором используется и внешнее и внутреннее финансирование в разных долях, именно такая схема является наиболее эффективной и распространенной [12].

Можно сделать вывод о том, что реализация инвестиционно-строительного проекта невозможна без привлечения финансирования, именно поэтому прединвестиционный этап начинается с проработки выбора финансирования, зависящего от необходимых капиталовложений.

Список литературы

1. Нерозина, С. Ю. Ключевые аспекты грамотного управления в системе здравоохранения / С. Ю. Нерозина, М. А. Ланчук // Актуальные вопросы организации здравоохранения : Сборник научных трудов VII Всероссийской научно-практической конференции, Нижний Новгород, 15 февраля 2024 года. – Нижний Новгород: Приволжский исследовательский медицинский университет, 2024. – С. 64-68.
2. Фахрутдинов, Т. М. Комплексный подход к финансированию капитальных расходов в медицинских организациях / Т. М. Фахрутдинов // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2023. – № 3(221). – С. 55-62.
3. Подсветова, Т. В. Современные проблемы и источники финансирования инвестиционных проектов в приоритетных отраслях российской экономики / Т. В.

Подсветова // Моисеевские чтения. Климатические и иные резкие изменения в современной окружающей среде как реальная угроза развитию общества : Доклады и материалы VII Общероссийской научной конференции, Москва, 23 мая 2024 года. – Москва: Московский гуманитарный университет, 2024. – С. 348-355.

4. Нерозина, С. Ю. Организационно-экономический механизм инвестирования и управления недвижимостью / С. Ю. Нерозина, А. А. Осипов // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2023. – Т. 20, № 1. – С. 39-45.

5. Нерозина, С. Ю. Достижение максимальной эффективности управления инвестиционно-строительными проектами посредством рекламы - ведущего звена маркетинговых коммуникаций / С. Ю. Нерозина, Е. Н. Кобзарь, А. А. Осипов // Строительство и недвижимость. – 2022. – № 1(10). – С. 190-195.

6. 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.

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

8. Мещерякова, М. А. Анализ возможностей и ограничений применения BIM-технологий в качестве инструмента управления жизненным циклом объектов строительства / М. А. Мещерякова, О. К. Мещерякова, Н. Д. Деев // Инженерные системы и сооружения. – 2025. – № 3(61). – С. 7-12.

9. Медведева, В. А. Выбор оптимального источника финансирования инвестиционного проекта / В. А. Медведева // Цифровые технологии в социально-экономическом развитии России: взгляд молодых : сборник статей и тезисов докладов XVI национальной научно-практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов с международным участием, Челябинск, 18 февраля 2020 года. – Челябинск: Издательство "Перо", 2020. – С. 311-314.

10. Нерозина, С. Ю. Стратегический выбор схемы бюджетирования проекта: экономический анализ и практические подходы / С. Ю. Нерозина, Г. Е. Габриелян, М. А. Рахманов, П. О. Семенов // Строительство и недвижимость. – 2025. – № 5(20). – С. 65-73.

11. Козин, М. М. Анализ источников финансирования инвестиционных проектов / М. М. Козин // приоритеты социально-экономического развития евразийского пространства : сборник статей Международной научно-практической конференции, Казань, 11 мая 2018 года. – Казань: Общество с ограниченной ответственностью "ОМЕГА САЙНС", 2018. – С. 33-35.

12. Ширинян, А. В. Основные стратегии и источники финансирования для инвестиционных проектов / А. В. Ширинян // Актуальные вопросы формирования эффективных систем управления субъектами территориальных воспроизводственных комплексов в условиях необходимости обеспечения экономического суверенитета страны : Материалы Международной научно-практической конференции, Краснодар, 19 января 2024 года. – Краснодар: Краснодарский ЦНТИ - филиал ФГБУ "РЭА" Минэнерго России, 2024. – С. 703-710.

List of references

1. Nerozina, S. Y. Key aspects of competent management in the healthcare system / S. Y. Nerozina, M. A. Lanchuk // Current issues of healthcare organization : Proceedings of the VII All-

Russian Scientific and Practical Conference, Nizhny Novgorod, February 15, 2024. Nizhny Novgorod: Privolzhsky Research Medical University, 2024. pp. 64-68.

2. Fakhrutdinov, T. M. An integrated approach to financing capital expenditures in medical organizations / T. M. Fakhrutdinov // Bulletin of the Samara State University of Economics. – 2023. – № 3(221). – Pp. 55-62.

3. Svetlova T. V. Modern problems and sources of financing of investment projects in priority sectors of the Russian economy / T. V. Otlovitova // The Mosaic readings. Climatic and other drastic changes in the modern environment as a real threat to the development of society : Reports and proceedings of the VII All-Russian Scientific Conference, Moscow, May 23, 2024. Moscow: Moscow University of the Humanities, 2024. pp. 348-355.

4. 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.

5. Nerozina, S. Y. Achieving maximum efficiency in managing investment and construction projects through advertising - the leading link in marketing communications / S. Y. Nerozina, E. N. Kobzar, A. A. Osipov // Construction and Real Estate. – 2022. – № 1(10). – Pp. 190-195.

6. Meshcheryakova O. K., Meshcheryakova M. A., Tutova S. S. Features of investing at the stages of the life cycle of a construction object // Construction and real estate. – 2025. – № 2(17). – Pp. 69-73.

7. Nerozina, S. Y. Digital technologies in modern construction - prospects for development / S. Y. Nerozina, A. Y. Klyueva, A.M. Platonova // Synthesis of sciences in competitive economics (problems of modern economic, legal and natural sciences in Russia) : collection of articles based on the materials of the IX International Scientific and Practical Conference, Voronezh, 23-25 October 2021 / European Academy of Natural Sciences, Voronezh State Technical University. Volume 1. Voronezh: Scientific Book Publishing and Printing Center, 2021, pp. 150-160.

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

9. Medvedeva, V. A. Choosing the optimal source of financing for an investment project / V. A. Medvedeva // Digital technologies in the socio-economic development of Russia: a young view : collection of articles and abstracts of the XVI national Scientific and practical conference of students, undergraduates and postgraduates with international participation, Chelyabinsk, February 18, 2020. Chelyabinsk: Pero Publishing House, 2020, pp. 311-314.

10. Nerozina, S. Y. Strategic choice of the project budgeting scheme: economic analysis and practical approaches / S. Y. Nerozina, G. E. Gabrielyan, M. A. Rakhmanov, P. O. Semenov // Construction and real estate. – 2025. – № 5(20). – Pp. 65-73.

11. Kozin, M. M. Analysis of sources of financing of investment projects / M. M. Kozin // Priorities of socio-economic development of the Eurasian space : collection of articles of the International Scientific and Practical Conference, Kazan, May 11, 2018. Kazan: OMEGA SCIENCES Limited Liability Company, 2018, pp. 33-35.

12. Shirinyan, A.V. Basic strategies and sources of financing for investment projects / A.V. Shirinyan // Current issues of forming effective management systems for subjects of territorial reproductive complexes in the context of the need to ensure the economic sovereignty of the country : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Krasnodar, January 19, 2024. Krasnodar: Krasnodar Central Research Institute - branch of the Federal State Budgetary Institution "REA" of the Ministry of Energy of the Russian Federation, 2024. pp. 703-710.

Научное издание

СТРОИТЕЛЬСТВО И НЕДВИЖИМОСТЬ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Выпуск № 1 (22), 2026

Дата выхода в свет: 10.02.2026.
Объем данных 30,0 Мб