

На правах рукописи

ПЕТУХОВ Михаил Вадимович

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ
СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ**

Специальность 5.2.3 – Региональная и отраслевая экономика
(экономика строительства и операций с недвижимостью)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора экономических наук

Санкт-Петербург – 2026

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет».

Научный консультант – доктор экономических наук, профессор
Асаул Вероника Викторовна

Официальные оппоненты: **Бабкин Александр Васильевич**
доктор экономических наук, профессор
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», профессор
Высшей инженерно-экономической школы

Гумба Хута Мсуратович

доктор экономических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (г. Москва), профессор кафедры экономики и управления в строительстве

Нежникова Екатерина Владимировна

доктор экономических наук, профессор
ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», профессор кафедры национальной экономики

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «**Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова**» (г. Москва)

Защита диссертации состоится «_____» _____ 2026 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета 24.2.386.10, созданного на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет», по адресу: 191023, город Санкт-Петербург, наб. канала Грибоедова, д. 30-32, литер А., ауд. 3033.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте <http://www.unecon.ru/dis-sovety> Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный экономический университет».

Автореферат разослан «_____» _____ 2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Е.Н. Ветрова

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Проблема обеспечения конкурентоспособности организаций всегда остается актуальной практически для всех участников любого рынка. Вопрос заключается в монополизации рынка, степени его концентрации, экономической ситуации в стране и конкретном виде деятельности.

В 2025 г. строительные организации столкнулись с вызовами, как традиционными, так и новыми. К первым можно отнести: 1) снижение спроса на жилье – объем продаж нового строительства снизился в 2025 г. на 19 – 35% по сравнению с 2023 г. (Единый ресурс застройщиков (ЕРЗ); 2) рост себестоимости и снижение маржинальности – 72% опрошенных руководителей строительных организаций (Росстат) отмечали продолжение роста «чужих» цен на строительные материалы и 54% – «своих» на строительномонтажные работы; 3) высокая ключевая ставка – количество выданных ипотечных кредитов на многоквартирные дома (МКД) за первые 5 месяцев 2025 г. снизилось на 51% по сравнению с 2024 г. (НОСТРОЙ – национальное объединение строителей); 4) дефицит ресурсов – 80% рынка МКД сосредоточено в крупных городах, дефицит свободных земель, инженерных сетей и мощностей.

К новым вызовам можно отнести: 1) кризис преемственности в строительном бизнесе – уход с рынка собственников компаний, основанных в 1990-е гг. (НОСТРОЙ); 2) изменение потребительского поведения – быстрый темп жизни современного потребителя обуславливает рост потребности в быстровозводимом строительстве; 3) цифровая трансформация – одна из национальных целей развития РФ. Утвержден паспорт национального проекта «Национальная программа “Цифровая экономика Российской Федерации”», в соответствии с которым создан федеральный проект «Цифровое государственное управление», в котором предусмотрено внедрение технологий информационного моделирования BIM (Building Information Modelling) для управления жизненным циклом недвижимости («Цифровое строительство»).

Для многих строительных организаций-застройщиков актуальным является влияние следующих факторов, тормозящих ими внедрение элементов цифровизации: 1) высокая стоимость программного обеспечения, организации рабочих мест, переобучения персонала, недостаток квалифицированных кадров, обуславливающие высокие риски не успешного внедрения; 2) проблема «эйджинга» – нахождения России в ближайшие лет 10 в демографической яме, что приводит к росту численности занятых старших возрастов (старше 52 лет) и сокращению самой инновационно-восприимчивой группы (23 – 27 лет); 3) различная степень заинтересованности всех участников строительства (галопирующий рост цен на строительные материалы и пр.).

В связи с этим разработка теоретических, концептуальных, методологических и практических основ обеспечения конкурентоспособности строительных организаций в условиях цифровизации представляется актуальной, а их использование на практике будет способствовать улучшению конкурентной ситуации на рынке жилищного строительства, что сможет повлиять на улучшение качества и снижение стоимости м² недвижимости.

Степень разработанности научной проблемы. К классическим исследованиям конкуренции относят труды А. Смита, Д. Рикардо, Э. Чемберлина, а конкурентоспособности и конкурентных преимуществ: М. Портера, Ж-Ж Ламбена, Г. Хэмела, К. Прахалада, К. Эрроу, Т. Левитта, С. Киндлебергера, Х. Джонсона, Д. Тисса, П. Бакли, М. Кассона, Д. Даннинга, и других.

Различные аспекты проблем управления в строительстве отражены в трудах таких ученых как: А. А. Алексеев, Н. Г. Верстина, В. А. Кощев, М. А. Любарская, С. Н. Максимов, И. П. Нужина, Ю. П. Панибратов, О. Платонова, Н. Г. Плетнева, И. С. Петров, Ж. Г. Петухова, Г. Ф. Токунова, К. Э. Филюшина, В. С. Чекалин, О. Б. Юдахина, М. Н. Юденко, Е. Ясакова и др.

Различные авторы исследуют проблемы формирования конкурентных преимуществ в строительстве (В. В. Асаул, И. Афанасьев, Д. Банников, Л. Белова, М. Берлович, Э. Бурдина, Н. В. Васильева, А. Р. Газаров, Ю. Гузьева, Х. М. Гумба, Е. Киселева, Н. И. Комков, А. В. Луков, Е. Н. Лысенко, С. А. Николихина, Д. А. Пospelов, В. И. Травуш, Е. А. Трофимова, Н. Чистов, А. Щукин) в различных аспектах, однако отсутствует комплексный подход к оценке глобального изменения экономических факторов, связанных с развитием цифровизации, элементов искусственного интеллекта (ИИ).

Основы анализа конкуренции на рынке заложены в трудах Р. Коуза, М. Портера, Ж. Тироля, Ф. М. Шерера, Д. Росса. Однако отсутствуют труды, в которых анализ строительного рынка был бы произведен с учетом специфики цифровизации.

Многие авторы рассматривают возможности внедрения современных бизнес-процессов в деятельность строительных организаций (М. И. Власова, И. Г. Головцова, М. И. Емельянов, В. Н. Колчин, Е. К. Прохожева, М. Снитко, В. В. Шарманов), однако за рамками исследований остается возможность появления синергетического эффекта технологического развития автоматизированных систем управления бизнесом.

В трудах многих авторов рассматриваются элементы концепции устойчивого развития в строительстве (А. Башин, А. С. Бедняков, Е. А. Горбашко, Н. Р. Камыниной, К. Лушников, И. П. Нужина, Е. В. Песоцкая, В. А. Плотников, Ф. Рыжук, Л. Г. Селютина, Д. Н. Силка, Е. Столярова, Л. В. Хорева, А. В. Шепелев, Е. В. Шкарупета, М. Эленбоген), однако отсутствует ее применение в методологическом подходе к вопросу о повышении конкурентоспособности строительных организаций в теоретическом и практическом аспектах.

В различных работах освещаются отдельные аспекты внедрения элементов цифровизации в деятельность организаций: Р. Г. Абакумов, А. В. Бабкин, А. Бойко, А. В. Гинзбург, Е. Ильченко, М. С. Кришнан, В. Кулакова, А. Кураш, Н. А. Половникова, С. Г. Опарин, Б. Талин. Однако отсутствуют методические рекомендации по оценке эффективности таких элементов.

Большое влияние на мнение автора оказали труды членов научной школы В. В. Асаул «Обеспечение конкурентоспособности предпринимательских структур в строительстве на инновационной основе».

Целью исследования является развитие теории и методологии обеспечения конкурентоспособности строительных организаций в условиях цифровизации.

Задачи исследования:

- 1) разработать новый теоретический подход к рассмотрению конкуренции в строительстве;
- 2) выявить тенденции в развитии строительства, в основе которых лежит изменение подхода к формированию конкурентных преимуществ в строительстве;
- 3) разработать концептуальные основы анализа конкуренции на строительном рынке на основе теории отраслевых рынков;
- 4) определить необходимые составляющие синергетического эффекта технологического развития автоматизированных систем управления бизнесом, реализация которого может создать конкурентные преимущества строительной компании качественно нового уровня;
- 5) представить развитие методологии обеспечения конкурентоспособности строительных организаций в теоретическом аспекте;
- 6) представить развитие методологии обеспечения конкурентоспособности строительных организаций в практическом аспекте;
- 7) разработать методическое обеспечение создания конкурентных условий для строительных организаций в условиях цифровизации;
- 8) предложить методический инструментарий формирования конкурентных преимуществ строительных организаций на основе использования интернета вещей;
- 9) разработать методику оценки эффективности реализации AR/VR проектов в строительстве.

Объект исследования: строительство в целом и строительные организации, функционирующие в условиях цифровизации экономики. Основным объектом исследования являются организации – застройщики¹, но некоторые научные результаты носят универсальный характер, и могут быть рекомендованы всем строительным организациям вне зависимости от масштаба бизнеса.

Предмет исследования: процесс обеспечения строительными организациями своей конкурентоспособности: создание конкурентных условий и формирование конкурентных преимуществ в условиях цифровизации экономики.

Теоретической основой диссертации явились труды отечественных и зарубежных специалистов по теории управления; исследованиям конкуренции; технологическим предпосылкам создания ИИ; проблемам управления в строительстве; обеспечению конкурентоспособности и устойчивого развития строительных организаций; развитию цифровизации, информационному моделированию и робототехнике в строительстве.

¹ Точное определение застройщика прописано в Федеральном законе № 214-ФЗ. Коротко, **застройщик** – это юридическое лицо, имеющее необходимые разрешения на строительство или реконструкцию объекта, расположенного на земельном участке, арендованном или принадлежащим самой компании.

Методологическая основа исследования. В качестве теоретической базы исследования использовались теория конкуренции (поведенческий, структурный и функциональный подходы), теория отраслевых рынков.

В процессе исследования использовались общенаучные методы (системный подход, факторный анализ, синергетический подход); эмпирические методы (математический инструментальный анализ концентрации рынка, методы статистической обработки информации, анкетирование, опрос).

Информационной базой диссертации послужили: 1) законы и постановления Правительства Российской Федерации, Паспорт стратегии цифровая трансформация отрасли «Строительство, городское хозяйство и ЖКХ», Стратегия развития отрасли венчурного инвестирования в Российской Федерации и др.; 2) практическое исследование специфики работы и проблем строительных организаций на основе материалов электронного департамента строительства России, Национального центра государственно-частного партнерства, Национального объединения строителей (НОСТРОЙ), системы для онлайн-мониторинга российского рынка труда (Индекс HeadHunter); 3) исследование аналитики крупнейших российских информационных изданий о развитии цифровизации (RB.RU; BIMLIB); интернет порталах, специализирующихся на аналитике в сфере высоких технологий (TAdviser, CRMdaily.ru, INTEL VISION и др.); 4) анализ публикаций зарубежных изданий по проблематике внедрения элементов цифровизации в строительство и городское хозяйство (Германия, Австрия, Швейцария и др.).

Соответствие Паспорту научных специальностей. Область исследования соответствует требованиям паспорта научной специальности 5.2.3 – Региональная и отраслевая экономика (экономика строительства и операций с недвижимостью), п. п. 6.1. Теоретические и методологические основы анализа процессов развития строительного комплекса и обеспечивающих отраслей. Методологическое обеспечение инвестиционно-строительной деятельности и взаимоотношений в сфере строительства и недвижимости; 6.5. Конкурентоспособность строительных организаций. Управление качеством и конкурентоспособностью строительной продукции.

Научная новизна исследования заключается в развитии теории и методологии обеспечения конкурентоспособности строительных организаций в условиях цифровизации, в основу которой заложено формирование конкурентных преимуществ в экономическом, экологическом и социальном аспектах решения проблем жилищного строительства; внедрение элементов цифровизации.

К числу основных результатов, полученных лично автором и обладающих научной новизной, относятся следующие.

- **На теоретическом уровне:**

- 1) предложен новый **теоретический подход к рассмотрению конкуренции в строительстве**, предполагающий **дополнение** традиционного объективно обусловленного восприятия конкуренции (исследование факторов цены, доли рынка – поведенческий и структурный подходы) субъективным (эмпирические

данные, индивидуальная практика, субъективный управленческий опыт), который **в развитие** когнитивного подхода и информационной парадигмы позволяет анализировать конкуренцию как процесс не только соревнования за ресурсы и рынки сбыта, информацию, но и способность их эффективно использовать для формирования индивидуальных эволюционирующих конкурентных преимуществ в условиях цифровизации (расширение функционального подхода);

2) выявлены **тенденции в развитии строительства**, в основе которых лежит **изменение подхода к формированию конкурентных преимуществ**, путем дополнения традиционных способов (сокращения издержек производства, снижения цен и сроков строительства): 1) **заимствованием преимуществ** других сфер деятельности (параллельность производственных процессов; нивелирование в заводских условиях фактора погодных условий и др.); 2) **внедрением цифровизации** в процесс производства (повышение точности, эффективности и производительности, увеличение жизненного цикла активов инфраструктуры, качество и точность документации и пр.); 3) **применением нейросетевого моделирования** и внедрении элементов ИИ. В отличие от существующих способов нейросетевое моделирование процессов может быть применимо при решении проблемы формализации процесса повышения конкурентоспособности строительных организаций в условиях цифровизации и высокой степени неопределенности среды, влияния рисков и стохастических факторов.

На **концептуальном уровне**:

3) разработаны **концептуальные основы анализа конкуренции на строительном рынке на основе теории отраслевых рынков** (исследование проводилось с использованием индексов концентрации, Херфиндаля-Хиршмана, позволившее доказать **невозможность конкуренции** малого и среднего строительного бизнеса с лидерами рынка ввиду несовершенной конкуренции и растущей монополизации). В отличие от исследований, проводимых научной школой В. В. Асаул по данной проблематике, анализ дополнен учетом специфики компаний, реализовавших IT-проекты, что позволило подтвердить гипотезу исследования о **возможности повышения конкурентоспособности строительных организаций за счет внедрения элементов цифровизации**;

4) определены необходимые составляющие **синергетического эффекта** технологического развития автоматизированных систем управления бизнесом (микросервисная архитектура; ИИ, большие данные и интернет вещей; нейросети и машинное обучение; Low-code, No-code; конвергенция CRM и ВРМ-платформ; «не голосовые» коммуникации; переход к разработке компаниями собственных CRM-решений на основе open-source-стека и пр.), реализация которого **может создать конкурентные преимущества строительной компании качественно нового уровня**. Предложен соответствующий инструментарий оценки: **методика оценки эффективности внедрения ERP и CRM-систем** в деятельность субъектов малого предпринимательства в строительстве, на основе разработанной аналитической модели, с использованием регрессионного анализа, и **методика оценки экономического эффекта внедрения BIM технологий** в процесс реализации ИСП.

На методологическом уровне:

5) представлено **развитие методологии обеспечения конкурентоспособности строительных организаций в теоретическом аспекте** в условиях цифровизации, отличительной чертой которой является выход за рамки соответствия нормативным требованиям, как экологически рационального развития; обеспечение учета будущих потребностей в целях достижения глобального и межпоколенческого справедливого баланса в решении экономических, экологических и социальных проблем в жилищном строительстве. Доказана **несостоятельность поведенческого подхода** к исследованию конкуренции и приоритет предложенного **нового теоретического подхода к рассмотрению конкуренции в строительстве**, предполагающий **дополнение структурного подхода** (объединение или увеличение рыночных долей путем сочетания вертикальной, горизонтальной интеграции (экосистемный подход), использованием **преимуществ функционального подхода** – конкурентных преимуществ цифровизации;

б) представлено **развитие методологии обеспечения конкурентоспособности строительных организаций в практическом аспекте**: модель участия в экосистеме (МУВЭ) для предпринимателей, желающих повысить свою конкурентоспособность в условиях цифровой трансформации; методическое обеспечение создания конкурентных условий для строительных организаций в условиях цифровизации (метод оценки индекса цифровизации строительных организаций, методические рекомендации по обеспечению конкурентных преимуществ особенностью которых является учет как традиционных проблем строительства, так и новых вызовов); методический инструментарий формирования конкурентных преимуществ строительных организаций на основе использования интернета вещей; методика оценки эффективности реализации AR/VR проектов в строительстве.

На методическом уровне:

7) предложено **методическое обеспечение создания конкурентных условий** для строительных организаций в условиях цифровизации: 1) **метод оценки индекса цифровизации** строительных организаций, в основу которого заложена факторная модель расчета 4 субиндексов (общая информация о цифровизации; цели использования технологий; электронные продажи, использование специальных программных средств, центров обработки данных; затраты на внедрение и использование цифровых технологий). Значение индекса конкурентоспособности наряду со значениями показателей финансовых результатов организации может быть использовано при построении регрессионных моделей в целях прогнозирования; 2) **методические рекомендации по обеспечению конкурентных преимуществ**, особенностью которых является учет как традиционных проблем строительства (невысокой производительности; низкого уровня оцифровки; большого размера, неоднородности и увеличения количества рисков), так и новых вызовов (дефицит кадров, снижение миграции, санкции и пр.), использование которых позволит осуществлять быстрое переобучение; измене-

ние лидерских и управленческих компетенций; **цифровизацию и автоматизацию бизнес-процессов**, интеграцию гибких методов управления проектами и создание виртуальных команд в рамках удаленной работы;

8) предложен **методический инструментарий формирования конкурентных преимуществ строительных организаций на основе использования интернета вещей** (улучшенное управление ресурсами, более эффективная отчетность и обслуживание), включающий **методику минимизации рисков травматизма** на строительной площадке с помощью использования IoT, отличительной чертой которой является включение в процесс оценки рисков этапа идентификации IoT-устройства определенному риску, что позволяет кроме традиционных мероприятий (содержание в исправном порядке пешеходных и рабочих площадок, защитных конструкций и пр.) использовать новые возможности интернета вещей (идентификационные карточки или смарт часы; беспилотные летательные аппараты; дронопорты – программно-аппаратные комплексы для беспилотников при решении глобальных задач мониторинга стройки) для обеспечения безопасности строительства и привлечения наиболее квалифицированных работников;

9) разработана **методика оценки эффективности реализации AR/VR проектов в строительстве**, состоящая из 8 этапов (формализация ключевых показателей эффективности (KPI) реализации AR/VR проектов; анализ удовлетворенности клиентов использованием результатов проекта; анализ контингента пользователей и особенностей выбора приложений; формализация инструментария оценки эффективности интеллектуального обучения; эффективности (рентабельности) для коммерческих проектов; эффективности технической производительности проекта; анализ результативности проекта на основе обратной связи от пользователей; формализация инструментария оценки конкурентоспособности проекта).

Теоретическая значимость исследования состоит в развитии методологии обеспечения конкурентоспособности строительных организаций в условиях цифровизации, в основу которой заложено формирование конкурентных преимуществ в экономическом, экологическом и социальном аспектах решения проблем жилищного строительства; внедрение элементов цифровизации. Это позволило определить тенденции, выявить и обосновать направления изменения подходов к формированию конкурентоспособности строительных организаций, их конкурентных преимуществ и условий конкуренции.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в разработке новых практически применимых инструментов обеспечения конкурентоспособности строительных организаций: модели обеспечения конкурентных преимуществ в условиях перехода к цифровой экономике, особенностью которых является учет вызовов цифровизации, социальных тенденций и кризисных явлений (пандемия, санкции и пр.); использование интернета вещей; технологий виртуальной и дополненной реальности.

Представленное развитие методологии развития конкуренции в строительстве в практическом аспекте позволяет учесть специфику цифровизации строительных организаций. Развитие методологии обеспечения конкурентоспособности строительных организаций в теоретическом и практическом аспектах является научно новым положением теории экономики строительства, развивающим научную дискуссию с позиций способов обеспечения конкурентоспособности строительных организаций и оценки уровня их цифровизации.

Степень достоверности и апробация результатов исследования. Степень достоверности результатов диссертации можно оценить по ключевым ее элементам: обоснованности – применению методов, адекватных предмету и задачам исследования, что отражено в методологической базе исследования; апробации – публикации результатов в научных журналах и обсуждению на конференциях: III региональной научной конференции, Норильск (2011); 68-й международной научно-практической конференции: «Актуальные проблемы современного строительства», СПб, СПбГАСУ (2015); X Международной научно-практической конференции «Социально-экономические исследования, гуманитарные науки и юриспруденция: теория и практика» (Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2016); II Межвузовской ежегодной научно-практической конференции «Экономика и управление: тенденции и перспективы», СПб, СПбГАСУ (2021).

Результаты, полученные в диссертации, нашли свое применение: 1) методика оценки экономического эффекта внедрения BIM технологий в процесс реализации инвестиционно-строительных проектов – в работе специалистов Службы по проектному планированию и контролю в ходе разработки и внедрения мероприятий по повышению конкурентоспособности ООО «СБД», г. Москва; 2) в работе специалистов Инвестиционного отдела ООО «Изыскания, проектирование, строительство», в ходе разработки и внедрения мероприятий по обеспечению качества, снижения сроков и стоимости строительства, г. Москва; 3) методика оценки эффективности реализации AR/VR проектов в строительстве – в работе специалистов отдела инноваций и информационных технологий в строительстве, в процессе разработки мероприятий по внедрению элементов цифровизации в деятельность ООО «Мерзлотный инженерно-строительный центр», г. Норильск; 4) методика оценка эффективности внедрения ERP и CRM-систем в деятельность субъектов малого предпринимательства в строительстве – в работе специалистов отдела по внедрению инноваций в ходе разработки и внедрения мероприятий по обеспечению эффективности и повышению конкурентоспособности компании ООО «ХАУ ТУ ВОРК» (ООО “HowToWork”), Санкт-Петербург.

Публикации. По теме исследования опубликовано 45 научных работ, общим объемом 46,26 п. л. (авт. 39,15 п. л.), из ни 27 работ в журналах, рекомендованных ВАК РФ, объемом (14,89 п. л., авт. 10,8 п. л.), 2 монографии, объемом (25 п. л., авт. 17,63 п. л.).

Структура диссертации состоит из введения, пяти глав, заключения, библиографического списка и приложений.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

Теоретический уровень исследования.

1) Предложен **новый теоретический подход** к рассмотрению **конкуренции в строительстве**, предполагающий **дополнение традиционного объективно обусловленного восприятия конкуренции** (исследование факторов цены, доли рынка – поведенческий и структурный подходы) **субъективным** (эмпирические данные, индивидуальная практика, субъективный управленческий опыт), который **в развитие когнитивного подхода и информационной парадигмы** позволяет анализировать конкуренцию как процесс не только соревнования за ресурсы и рынки сбыта, информацию, но и способность их эффективно использовать для формирования индивидуальных эволюционирующих конкурентных преимуществ в условиях цифровизации (**расширение функционального подхода**).

Сегодня конкуренция рассматривается как что-то совершенно естественное в жизни: природе, обществе, экономике. И антимонопольное законодательство не показывает свою эффективность по борьбе с картельными сговорами (ввиду сложности реальных схем владения и экономических интересов) и не гарантирует снижение цен. С ростом конкуренции застройщикам приходится снижать свою норму прибыли. С увеличением количества застройщиков может увеличиться и количество непрофессионалов в их рядах. Такая **конкуренция является бесполезной** и для потребителя, и для самого застройщика. Риски банкротства, как и риски падения рынка недвижимости создают предпосылки для слияния крупных и мелких компаний. Это подтверждает наметившийся **тренд на консолидацию рынка**.

Эволюция конкурентных преимуществ в строительстве происходит в сторону более сложных и комплексных факторов: 1) технологические инновации; 2) цифровизация; 3) персонализация; 4) сотрудничество; 4) устойчивое развитие. За последние десятилетия произошла эволюция не только в оценке конкурентных преимуществ, но и подходов к рассмотрению конкуренции вообще.

Информационная парадигма – это набор фундаментальных представлений, принципов, методов, составляющих в совокупности методологию исследования, которая все явления рассматривает как проявление информации и ее взаимодействия с ними. Это совпадает с базовым представлением **когнитивного подхода**, который фокусируется на том, чтобы помочь не только усвоению информации, но и активной ее обработке, хранению, структурированию и использованию в быстро меняющейся ситуации. Когнитивный подход предполагает, как объективное, так и субъективное восприятие конкуренции. Доступ к информации, ее обработка, хранение и использование становится определяющим фактором, влияющим на конкуренцию в рамках информационной парадигмы.

Основные аспекты **субъективного подхода** к конкуренции в рамках **информационной парадигмы**: 1) **доступ к информации** – важность доступа к достоверной информации; 2) **обработка информации** – способность организаций

анализировать большие объемы информации, выявлять закономерности и тенденции; 3) **инновации и бизнес-модели** – информация и знания становятся ключевым фактором инноваций; 4) **построение сетей и сотрудничество** – информация и знания часто распространяются через сети и партнерства, что позволяет компаниям объединять свои ресурсы и компетенции для достижения общих целей; 5) **управление данными** – способность собирать, хранить, обрабатывать и использовать большие объемы данных (Big Data) для оптимизации бизнес-процессов; 6) **адаптация к изменениям** – информация позволяет компаниям быстро адаптироваться к изменяющимся условиям рынка.

Взаимосвязь **информационной парадигмы, когнитивного подхода, конкурентоспособности и цифровизации** представлена на рис. 1.

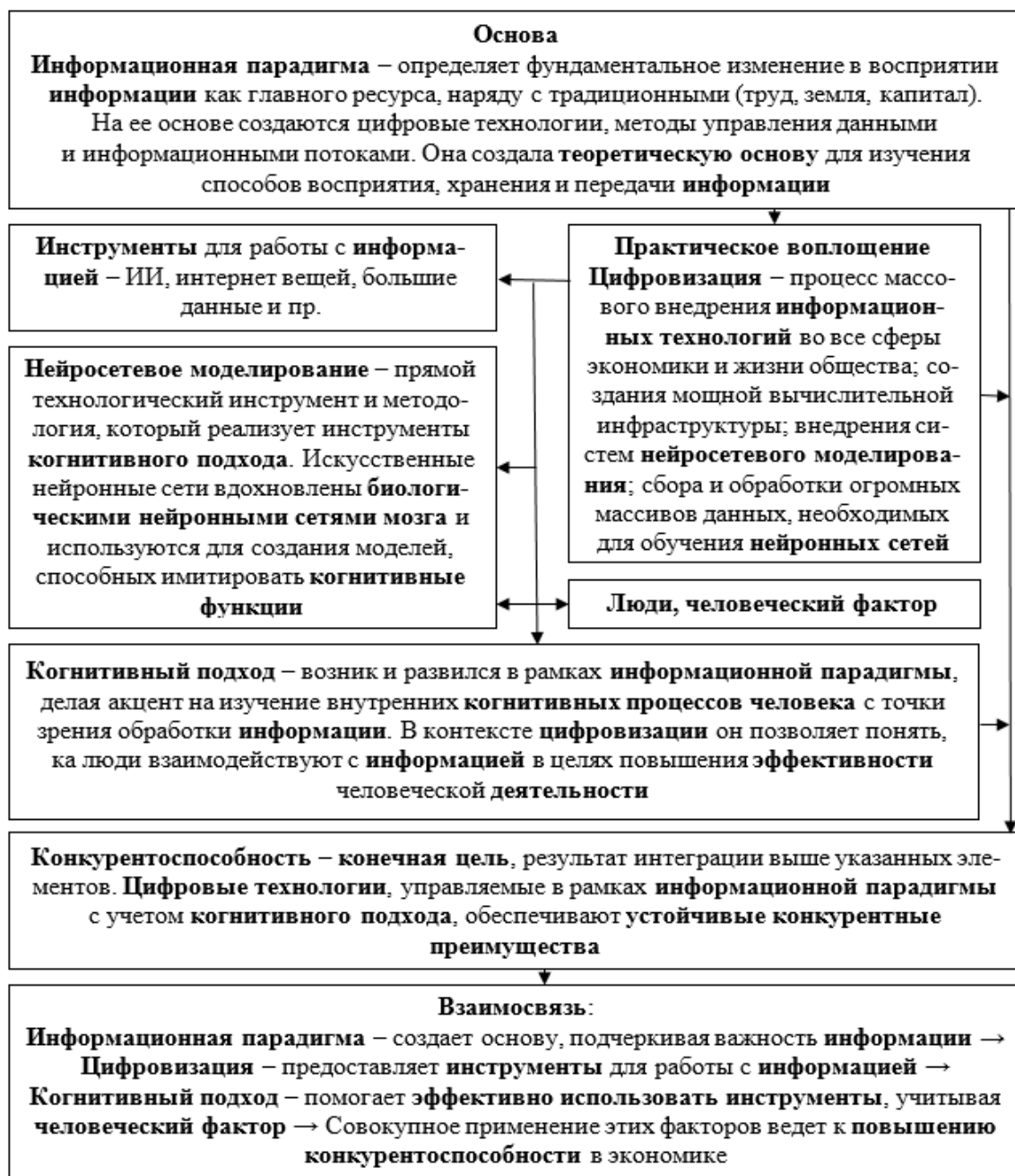


Рис. 1 – Взаимосвязь информационной парадигмы, когнитивного подхода, конкурентоспособности и цифровизации

2) Выявлены тенденции формирования конкурентных преимуществ в строительстве, в основе которых лежит изменение подхода к формированию конкурентных преимуществ в строительстве, путем дополнения традиционных способов (сокращения издержек производства, снижения цен и сроков строительства): 1) заимствованием преимуществ других сфер деятельности (параллельность производственных процессов; нивелирование в заводских условиях фактора погодных условий и др.); 2) внедрением цифровизации в процесс производства (повышение точности, эффективности и производительности, увеличение жизненного цикла активов инфраструктуры, качество и точность документации и пр.); 3) применением нейросетевого моделирования и внедрении элементов ИИ. В отличие от существующих способов нейросетевое моделирование процессов может быть применимо при решении проблемы формализации процесса повышения конкурентоспособности строительных организаций в условиях цифровизации и высокой степени неопределенности среды, влияния рисков и стохастических факторов.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики конкурентных преимуществ в промышленности и в строительстве

| Конкурентные преимущества | |
|---|--|
| Промышленность | Строительство |
| Уникальность продукта по одному или нескольким свойствам | Участие и выигрыш в подрядных торгах |
| Уникальность продукта по комбинации свойств | Качественное (в сравнении с конкурентами) удовлетворение нужд потребителей |
| Содержание уникальных ингредиентов в продукте | Эффективная реализация основных функций управления |
| Особая форма, внешний вид, объем, упаковка, способ доставки или продажи продукта | Эффективное, относительно конкурентов, социально-экономическое развитие организации и уровень социальной защиты ее работников |
| Выполнение продуктом определенных действий лучше, быстрее, эффективнее | Обеспечение и развитие организацией конкурентных преимуществ в более продолжительном периоде |
| Наличие наиболее квалифицированных кадров | Получение и реализации заказов |
| Владение уникальными технологиями и методами | Обеспечение надежности жизнедеятельности организации и ее социально-экономического развития |
| Создание реальных инноваций в сфере деятельности | Обеспечение объемов, сроков, гарантий договорных обязательств и качества удовлетворения нужд и интересов потребителей |
| Владение доступом к ограниченным ресурсам, сырью | Снижение рисков утраты заказов, недогрузки производственных мощностей |
| Предоставление особых условий продажи и после продажного обслуживание | Производство более конкурентоспособной строительной продукции |
| Способность обеспечить самую низкую цену в отрасли с более высоким уровнем прибыли | Обеспечение преимущества ритмичности получения заказов, позволяющих обеспечить оптимальный уровень загрузки имеющихся производственных мощностей, осуществлять наращивание новых мощностей |
| Конкурентные преимущества модульного строительства, заимствованные у промышленного производства | |
| Скорость возведения здания | |
| Параллельность производственных процессов | |
| Нивелирование в заводских условиях фактора погодных условий на стройплощадке | |
| Нивелирование в заводских условиях фактора потери стройматериалов из-за человеческого фактора | |
| Повышение экономической эффективности, снижение производственных издержек и времени строительства | |
| Отсутствие ряда согласований, необходимых при капитальном строительстве | |
| Внедрение инноваций с ориентацией на клиента и продукцию | |
| Предложение клиентам уже существующих решений, а не направление к бесконечному выбору | |

| Конкурентные преимущества | |
|--|----------------------|
| Промышленность | Строительство |
| Интеграция в модульное строительство положительного опыта производителей автомобилей по запуску производственных линий конвейерного типа | |
| Универсальные конкурентные преимущества внедрения цифровизации в процесс производства | |
| ВМ улучшает многие фундаментальные преимущества модульной конструкции за счёт повышения точности, эффективности и производительности | |
| Оцифровка даёт возможность обеспечить беспрецедентную экономию средств | |
| Увеличение жизненного цикла активов инфраструктуры | |
| Оптимизация потоков электросетей | |
| Применение цифрового мышления с точки зрения навыков и процессов | |
| Стремление к полному искоренению дефектов и ошибок еще на этапе проектирования | |
| Качество и точность документации и процесса производства | |
| Экологичность процесса производства | |
| Повышение производительности и снижение стоимости производственного процесса | |

*Серым цветом выделены преимущества, которые могут использоваться и в промышленности, и в строительстве.

Изменение ролей и традиционного уклада в строительстве – введение в строительный процесс элементов робототехники, заменяющих какую-то часть трудовых ресурсов – способствует формированию новых конкурентных преимуществ строительной компании (таблица 2).

Таблица 2 – SWOT-анализ российской сферы робототехники

| Сильные стороны | Слабые стороны |
|--|--|
| Отечественная инженерная школа: конструирование и программирование Рост популярности инженерного образования Умение решать сложные и уникальные технические задачи Отечественные изобретения обладают преимуществом Легкость адаптации населения к новым технологиям Позитивное отношение к роботам Роботы помощники, а не конкуренты | Низкая скорость и высокая стоимость прототипирования Сложно создать прототип робота в вузе или стартапе Дефицит мощностей отечественного передового производства Масштабирование продукта является барьером для снижения стоимости продукта Сложно создать привлекательный для потребителя продукт Роботизация невыгодна в силу того, что всегда есть дешевая рабочая сила, не имеющая адекватной социальной защиты Слабое проникновение лучших мировых практик роботизации в народное хозяйство Лица, принимающие решения, не имеют необходимых знаний для принятия осознанных решений о технологической модернизации и роботизации |
| Возможности | Угрозы |
| Снижение стоимости «входного билета» в робототехнику для стартапов Увеличение количества стартапов, повышение конкуренции Отсутствие устоявшихся лидеров на мировом рынке сервисной робототехники Проигравшие гонку компании освобождают нишу для новых претендентов Возможности для радикального повышения производительности труда Невысокая производительность труда создает большой потенциал для модернизации производства Доступная электроэнергия и металлы Возможность производить и внедрять робототехнические решения с меньшей стоимостью. Расширение областей применения робототехники. Новые робототехнические решения позволяют автоматизировать новые рыночные ниши Совпадение точек роста мировой робототехники и традиционно конкурентных отраслей России Значительный потенциал для разработки, внедрения и экспорта робототехнических решений для добывающей промышленности, сельского хозяйства, атомной энергетики, авиа- и судостроения Применение беспилотного транспорта оправданно и эффективно Сильный сервисный сектор экономики Емкая ниша для роботизации розничной торговли и сферы услуг | Геополитические барьеры на пути фундаментальной науки Экономические санкции и затруднение международного научного сотрудничества Дефицит «умных и терпеливых» денег у частных инвесторов Быстрая разработка прорывных технологий/ускорение гонки технологий Ускорение жизненного цикла стартапа, продукта |

В опросе участвовали 7 экспертов (минимальное количество для экспертного опроса по способу его организации «На основе практического опыта»)². «Жирным» шрифтом выделены факторы, получившие наивысшую оценку экспертов. Для того, чтобы определить насколько согласованы мнения экспертов по каждой группе показателей, после обработки анкет экспертов, был рассчитан коэффициент конкордации Кенделла. Его значение по группе показателей «Внутренние факторы. 1. **Сильные стороны**» ≈ 1 ; группе «Внутренние факторы. 2. **Слабые стороны**» = 0,72; группе «Внешние факторы. 3. **Возможности**» = 0,82; группе «Внешние факторы. 4. **Угрозы**» = 0,81. Значения коэффициентов конкордации можно признать удовлетворяющим условию высокой степени согласованности мнений экспертов.

Можно выделить следующие **тенденции формирования конкурентных преимуществ в строительстве, основанных на внедрении элементов ИИ.**

1. Использование нейронных сетей и моделей прогнозирования. С помощью применения статистической и проектной информации можно создавать реалистичные временные настройки для будущих проектов. **2. Использование генеративного программирования.** Применение программного обеспечения (ПО), которое использует машинное обучение специально для создания 3D-моделей MEP-систем (Mechanical/Electrical/Plumbing – Вентиляция/Электрика/Водоснабжение и Канализация) гарантирует, что полностью проложенные системы MEP не будут сталкиваться с архитектурой здания, причем ПО будет учиться из каждого приложения, чтобы в конечном итоге найти оптимальное решение. **3. Использование ИИ для автоматического определения приоритета проблем.** IT-решения, основанные на ИИ и машинном обучении, могут применяться генеральными подрядчиками для мониторинга и определения приоритетов рисков на строительной площадке. **4. Использование метода ИИ «усиливающее обучение».** С помощью алгоритмов будущего «Reinforcement Learning» или «усиливающее обучение», которые могут учиться по принципу Trial-and-Error, можно проверять бесконечные комбинации на основе других проектов. **5. Применение робототехники.** Позволяет сокращать общее время завершения проекта, использовать распознавание лиц, камеры и аналогичные технологии для измерения производительности рабочих. **6. Использование технологий распознавания.** Позволяет анализировать фотографиистроек и объектов, рассчитать потенциальные рейтинги рисков для проектов. **7. Применение технологии анализа данных в реальном времени.** Строительные компании могут использовать ИИ и машинное обучение, чтобы лучше планировать распределение рабочей силы и машин. **8. Использование конкурентных преимуществ других сфер производства – сборка строительных элементов на заводах вне строительной площадки.** Позволяет на заводах автономным роботам собирать части здания, а затем осуществлять окончательное строительство на стройплощадке человеческой рабочей силой. **9. Повышение скорости обработки информации – использование**

² Загорская, А. В. Применение методов экспертной оценки в научном исследовании. необходимое количество экспертов / А. В. Загорская, А. А. Лapidус // Строительное производство, 2020. – № 3. – С. 21-34.

возможностей ИИ и Big Data в строительстве. Системы ИИ имеют доступ к бесконечному количеству данных и на основе которых они могут продолжать оптимизировать себя изо дня в день. **10. Получение преимуществ на стадии эксплуатации объекта недвижимости – использование технологий BIM.** Building Information Modeling (BIM) хранит информацию о структуре здания. ИИ может использоваться для мониторинга возникающих проблем.

Концептуальный уровень исследования.

3) Разработаны **концептуальные основы анализа конкуренции** на строительном рынке **на основе теории отраслевых рынков** (исследование проводилось с использованием индексов концентрации, Херфиндаля-Хиршмана, позволившее **доказать невозможность конкуренции** малого и среднего строительного бизнеса с лидерами рынка ввиду несовершенной конкуренции и растущей монополизации). В отличие от исследований, проводимых научной школой В. В. Асаул по данной проблематике, **анализ дополнен учетом специфики компаний, реализовавших IT-проекты**, что позволило **подтвердить гипотезу исследования** о возможности **повышения конкурентоспособности** строительных организаций за счет внедрения **элементов цифровизации**.

Концептуальные основы анализа конкуренции на строительном рынке можно изложить в виде последовательности, состоящей из 15 шагов (таблица 3).

Всего исследовано 3660 проектов внедрения тех или иных IT-систем в компаниях данной отрасли. Анализ ограничен региональными рамками (Санкт-Петербург). С полным списком компаний можно ознакомиться на сайте TAdviser. Были выбраны из этого перечня компании (227), которые реализовали свои проекты внедрения IT-систем в Санкт-Петербурге (далее СПб).

На долю СПб приходится 10,77% всех проектов, реализованных в России по внедрению IT-систем. По России (без учета СПб) в среднем на одну компанию приходится 1,21 проект. По СПб в среднем выше – на одну компанию приходится 1,74 проекта. Эти 227 компаний были обследованы (сайт каждой организации) и определена их специализация – основной вид деятельности, что необходимо для конкурентного анализа.

Таблица 3 – Концептуальные основы анализа конкуренции на строительном рынке

| Шаг | Содержание |
|-----|---|
| 1 | Определение цели анализа |
| 2 | Определение отрасли или вида деятельности в качестве первого ограничения для конкурентного анализа |
| 3 | Выбор региона (географической области, города и пр.) в качестве второго ограничения для конкурентного анализа |
| 4 | Определение перечня компаний, имеющих конкурентные преимущества, определенные в цели анализа, которые будут исследованы |
| 5 | Обследование выбранных компаний на предмет специализации, вида деятельности |
| 6 | Выбор организаций из определенной ранее совокупности, которые можно назвать строительными в целях анализа |
| 7 | Выбор компаний, имеющих большие рыночные доли |
| 8 | Совмещение результатов анализа компаний, использующих определенные в цели анализа конкурентные преимущества, и выбранной совокупности строительных организаций, имеющих большие рыночные доли |
| 9 | Проведение внутриотраслевого конкурентного анализа в выбранной совокупности организаций |

| Шаг | Содержание | | |
|-----------------------------------|--|---|--------------------------------|
| 10 | Формулировка основных определений и ограничений для проведения внутриотраслевого конкурентного анализа | | |
| 11 | Определение количества компаний, имеющих наибольшие рыночные доли | | |
| 12 | Расчет индексов концентрации рынка: | | |
| | $R_m = \sum_{i=1}^m \alpha_i$ | уровень концентрации m компаний (при $m < n$, где n – количество компаний в отрасли), который определяется суммой m самых больших долей в отрасли, порядок компаний такой, что $\alpha_1 > \alpha_2 > \dots > \alpha_n$, α_i – доля рынка компании i) | |
| | $R_H = \sum_{i=1}^n \alpha_i^2$ | индекс Херфиндаля, который равен сумме квадратов рыночных долей компаний | |
| 13 | Интерпретация результатов анализа по распределению рыночных долей: | | |
| | $R_{10} = \sum_{i=1}^{10} \alpha_i$ | доля рынка приходится на первых 10 участников рынка, означает что уровень концентрации $m-10$ компаний | |
| | $R_5^{11-15} = \sum_{i=11}^{15} \alpha_i$ | доля рынка приходится на следующие 5 компаний | |
| | $R_{15} = \sum_{i=1}^{15} \alpha_i$ | доля рынка приходится на первых 15 участников рынка, означает уровень концентрации $m-15$ компаний | |
| | $R_5^{16-20} = \sum_{i=16}^{20} \alpha_i$ | доля рынка на следующие 5 компаний | |
| | $R_{20} = \sum_{i=1}^{20} \alpha_i$ | доля рынка приходится на первых 20 участников рынка, означает уровень концентрации $m-20$ компаний | |
| | $R_5^{21-n} = \sum_{i=21}^n \alpha_i$ | доля рынка остальных участников рынка | |
| | $R_5^{21-n} = \sum_{i=21}^n \alpha_i / n$ | доля рынка, приходящаяся в среднем на оставшиеся компании | |
| 14 | Интерпретация результатов анализа по распределению отраслевой прибыли. Доля значения индекса Херфиндаля, приходящаяся на группу участников рынка, может быть интерпретирована как доля отраслевой прибыли: | | |
| | $R_H = \sum_{i=1}^{10} \alpha_i^2$ | доля значения индекса Херфиндаля, приходящаяся на первых 10 участников рынка | |
| | $R_H^{11-15} = \sum_{i=11}^{15} \alpha_i^2$ | доля значения индекса Херфиндаля, приходящаяся на следующих 5 участников рынка | |
| | $R_H^{16-20} = \sum_{i=16}^{20} \alpha_i^2$ | доля значения индекса Херфиндаля, приходящаяся на следующих 5 участников рынка | |
| | $R_H^{21-n} = \sum_{i=21}^n \alpha_i^2$ | доля значения индекса Херфиндаля, приходящаяся на остальных участников рынка. За счет этой группы происходит рассеивание отраслевой прибыли из-за большого количества организаций и маленькой их доли рынка | |
| | $R_H^{21-n} = \sum_{i=21}^n \alpha_i^2 / n$ | доля отраслевой прибыли в среднем на одного участника рынка этой группы | |
| 15 | Интерпретация совмещения результатов анализа исследуемых конкурентных преимуществ, распределения рыночных долей, отраслевой прибыли. Оформление результатов анализа | | |
| № п/п в рейтинге ТОП-застройщиков | Показатели компаний-застройщиков (групп компаний) | | |
| | Доля рынка, a_i , % | Индекс Херфиндаля, RH , a_i^2 , доля отраслевой прибыли, % | Доля реализованных проектов, % |
| Первые 10 | | | |
| Следующие 5 | | | |
| Следующие 5 | | | |
| Итого первые 20 | | | |
| Оставшиеся $n - 20$ | | | |

Так как целью является проведение **внутриотраслевого анализа**, было принято ограничение для анализа: «Строительный рынок» – это рынок строящегося жилья в Санкт-Петербурге, «участники строительного рынка» – организации, выступающие на нем в роли застройщика. ТОП застройщиков РФ был взят из базы данных портала ЕЗРС – ТОП застройщиков РФ Санкт-Петербурга по объему текущего строительства на 01.05.24 (рейтинг ЕРЗ) (**94** компании). Далее был совмещен анализ списка из 227 компаний, реализовавших проекты внедрения ИТ-систем в СПб и рейтинга ТОП-застройщиков СПб.

В результате было определено, что из списка **ТОП-Застройщиков** компаний, реализовавших проекты внедрения ИТ-систем в СПб – **8**, проектов – **38**.

В следующую группу были отнесены «**Строительные организации**» (застройщики, не вошедшие в ТОП-список, управление строительными проектами, генподрядчики, недвижимостью, девелопмент, включая строительство, подрядчики, выполнение строительного-монтажных работ (СМР)). Всего таких компаний, реализовавших проекты внедрения ИТ-систем в СПб – **117**, проектов – **160**.

Следующая группа компаний была названа «**Проектирование**» (+ архитектура, инжиниринг, геодезия, кадастр) – **44**, проектов – **78**. Затем выделены в отдельную группу компании, осуществляющие «**Производство строительных материалов**» – **34**, проектов – **60**. Следующие компании – «**Поставка строительных материалов**» – **11**, проектов – **32**. И остальные компании из списка реализовавших проекты внедрения ИТ-систем в СПб были объединены в группу «**Прочее**» (оборудование, безопасность, фурнитура) – **13**, проектов – **26**.

В среднем на одну компанию по видам деятельности приходится: ТОП-Застройщики – **4,75** проектов; строительные организации – **1,37**; проектирование – **1,77**; производство строительных материалов – **1,76**; поставка строительных материалов – **2,9**; прочее (оборудование, безопасность, фурнитура) – **2**.



Рисунок 2 – Компании, реализовавшие ИТ-проекты внедрения тех или иных ИТ-систем по видам деятельности в СПб

Далее внутриотраслевой анализ ограничен группой «**застройщики**» и конкуренцией на рынке жилищного строительства, ввиду того, что данные по строящемуся жилью являются открытыми. Анализ был проведен с помощью известного и проверенного инструментария, который описан в литературе по теории организации промышленности, структуре отраслевых рынков и апробирован в исследованиях научной школы В. В. Асаул. Подробно он описан в диссертации.

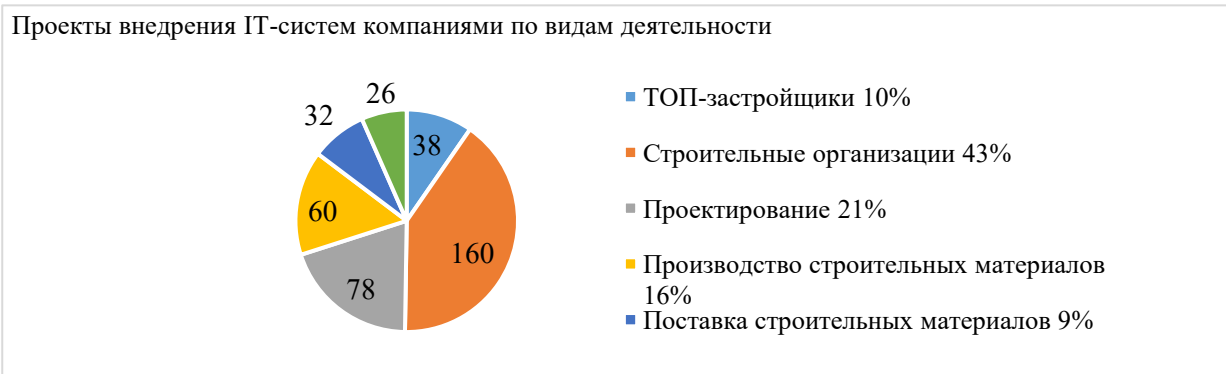


Рисунок 3 – Проекты внедрения IT-систем компаниями по видам деятельности

Существуют исследования, которые связывают прибыль отрасли с индексом концентрации Херфиндаля (Херфиндаля-Хиршмана), иллюстрируя, что чем больше рыночные доли наиболее крупных компаний, тем больше прибыли отрасли им в результате достается. Отраслевая прибыль может быть оценена с помощью индекса Херфиндаля точно до пропорциональной константы.

Далее будут использованы следующие определения: **строительный рынок** – рынок жилищного строительства, первичного; **участник рынка** – строительная компания – застройщик (группа компаний); **доля рынка** – a_i – количество (m^3) построенного жилья за анализируемый период или находящегося в процессе строительства на конкретную дату; **объем рынка** – все суммарное количество построенного жилья всеми участниками рынка. В результате расчета концентрации рынка застройщиков СПб можно сделать следующие **выводы**.

68,2% рынка приходится на первых **10** участников рынка, это означает что **уровень концентрации $m-10$** компаний равен 68,2, и это **очень высокое** значение. **10,8%** рынка приходится на следующие **5** компаний. Суммируя, подучается, что **79%** рынка приходится на первых **15%** участников рынка. То есть индекс концентрации $m-15$ компаний равен 79, что тоже очень высоко и иллюстрирует высокую концентрацию рынка. **5,8%** рынка на следующие **5** компаний. В сумме **84,8%** рынка приходится на первых **20** участников рынка. Индекс концентрации $m-20$ компаний равен 84,8 и иллюстрирует уже не латентную **монополизацию** рынка, а практически **открытую**. Всего **15,2%** – доля рынка остальных **74** участника рынка, (0,2% в среднем на каждого). И это застройщики, находящиеся в ТОП-рейтинге. **Конкуренция обычных застройщиков с этой группой представляется не просто сомнительной, а и невозможной** (рисунок 4).



Рисунок 4 – Распределение рыночных долей, рынок застройщиков СПб

Если взять за основу предположение, описанное выше, что Индекс Херфиндаля может дать оценку отраслевой прибыли с точностью до пропорциональной константы, то распределение прибыли в сфере жилищного строительства может выглядеть следующим образом (рисунок 5).

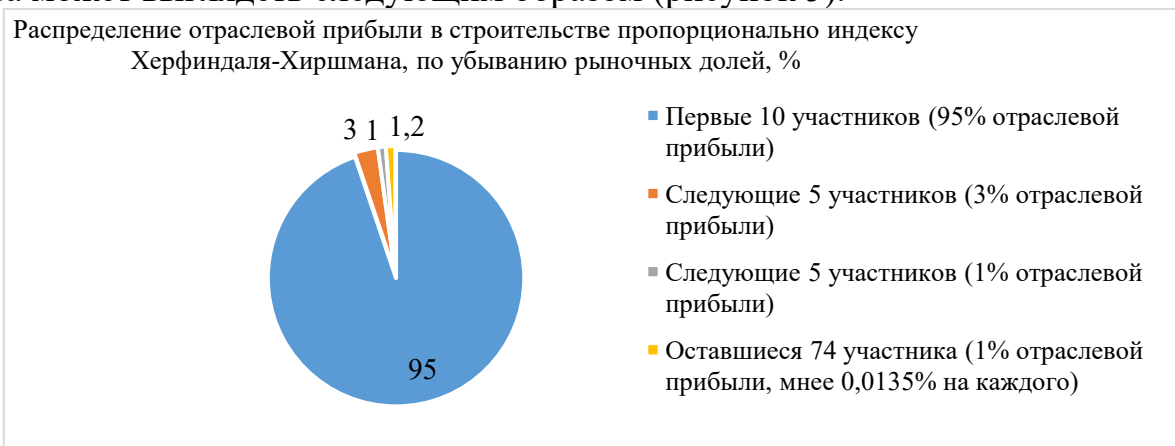


Рисунок 5 – Распределение отраслевой прибыли

95% значения индекса Херфиндаля приходится на первых **10** участников рынка. Это может означать, что на 10 участников рынка приходится 95% отраслевой прибыли. Причем, как было показано, они занимают больше половины рынка (**68,2%**). **3%** – на следующие **5** участников. Таким образом **98%** значения индекса Херфиндаля приходится на первых **15** участников рынка, т. е. **98%** отраслевой прибыли и **10,8%** рынка. **1%** – на следующие **5** участников, т. е. **99%** значения индекса Херфиндаля приходится на **20** первых участников рынка, практически весь объем отраслевой прибыли. **1%** – доля значения индекса Херфиндаля остальных **74** участника рынка. За счет этой группы происходит рассеивание отраслевой прибыли из-за большого количества организаций и маленькой их доли рынка (**15,2%**). Конкуренция в строительстве может быть названа **несовершенной**, и дальнейшее его развитие, и законодательное его регулирование, как было показано выше, не предполагает изменения ситуации в другую сторону.

На первые в рейтинге ТОП-застройщиков **10** компаний приходится **27** проектов внедрения ИТ-систем, на следующие **5** – **2** проекта, еще на следующие **5** – **5** проектов и на оставшиеся **74** компании – **4** проекта (рисунок 6).



Рисунок 6 – Реализация проектов внедрения ИТ-систем ТОП-застройщиками

Абсолютными лидерами рынка являются первые **10 компаний рейтинга** ТОП-застройщиков. На них приходится **68%** рынка строящегося жилья, **95%** отраслевой прибыли и **77%** проектов внедрения ИТ-систем в деятельность компании. Если к ним добавить еще 10 следующих компаний в рейтинге, то, можно

сказать, что им (20 компаниям) практически принадлежит весь рынок: 88% доля рынка, 99% отраслевой прибыли и 89% реализованных проектов. Оставшиеся 74 компании рейтинга занимают 15,2% рынка, 1% отраслевой прибыли и 11% объема проектов внедрения. **Конкуренция с лидерами рынка практически невозможна.**

Но можно утверждать, что внедрение элементов цифровизации – проектов внедрения IT-систем в деятельность компании – является может не единственным, но существенным конкурентным преимуществом лидеров. Гипотезу исследования о **возможности повышения конкурентоспособности строительных организаций за счет внедрения элементов цифровизации** можно считать, на наш взгляд, **подтвержденной.**

4) Определены необходимые **составляющие синергетического эффекта** технологического развития автоматизированных систем управления бизнесом (микросервисная архитектура; ИИ, большие данные и интернет вещей; нейросети и машинное обучение; Low-code, No-code; конвергенция CRM и ВРМ-платформ; «не голосовые» коммуникации; переход к разработке компаниями собственных CRM-решений на основе open-source-стека и пр.), реализация которого может **создать конкурентные преимущества** строительной компании качественно нового уровня. Предложен соответствующий **инструментарий оценки: методика оценка эффективности внедрения ERP и CRM-систем в деятельность субъектов малого предпринимательства в строительстве**, на основе разработанной аналитической модели, с использованием регрессионного анализа, и **методика оценки экономического эффекта внедрения BIM технологий** в процесс реализации ИСП.

Актуальность ERP (англ. Enterprise Resource Planning – планирование ресурсов предприятия) наиболее ярко демонстрируют цифры роста мирового рынка ERP. В 2021 г. объем этого рынка оценивался в \$50,57 млрд. Ожидается, что к 2030 г. рынок вырастет до \$123,41 млрд. Аббревиатура CRM-системы расшифровывается как Customer Relationship Management. Обычно это переводится как управление взаимоотношениями с клиентами или забота о клиентах.

Составляющие **синергетического эффекта** технологического развития автоматизированных систем управления бизнесом, реализация которого **может создать конкурентные преимущества строительной компании качественно нового уровня**, в виде следующей таблицы (таблица 4).

Таблица 4 – Составляющие синергетического эффекта технологического развития автоматизированных систем управления бизнесом

| Составляющие синергетического эффекта технологического развития автоматизированных систем управления бизнесом | Конкурентные преимущества строительной компании качественно нового уровня |
|--|--|
| 1. Микросервисная архитектура. В отсутствие зарубежных решений, компании создают сервисы сами, что позволяет индивидуально работать с каждым модулем платформы. | Возможность быстрого развития CRM-системы, оперативно реагируя на изменяющиеся внешние условия, работать над улучшением любого их процессов при непобедимости изолированно от других. |

| | |
|--|---|
| Составляющие синергетического эффекта технологического развития автоматизированных систем управления бизнесом | Конкурентные преимущества строительной компании качественно нового уровня |
| 2. Искусственный интеллект, большие данные и интернет вещей. Автоматизация процессов позволяет ускорить обработку заявок, взаимодействие с клиентами, снизить количество ошибок, улучшить внутреннее взаимодействие. | Возможность снизить нагрузку на сотрудников и минимизировать ресурсы на однообразную работу, снизить затраты на персонал; прогнозировать поведение клиентов, предложить им персональные решения, индивидуальные сервисы, стратегии маркетинга и, соответственно, повысить качество обслуживания. |
| 3. Нейросети и машинное обучение. С увеличением объема данных действующие алгоритмы перестают эффективно работать. | Возможность провести анализ большого массива информации, разработать прогноз и предсказать действия контрагентов. |
| 4. Low-code, No-code. Позволяют максимально быстро вносить изменения по запросам окружающей среды: бизнеса, потребителей. | Возможность быстро модифицировать CRM-систему к возникающим задачам с помощью инструментов быстрой разработки и адаптации. |
| 5. Конвергенция CRM и BPM-платформ. В качестве новой тенденции можно отметить выход на рынок BPM-платформ CRM-вендоров, и наоборот – производителей BPM-продуктов на рынок CRM. Это позволяет обогатить функционал и увеличить базу клиентов. | Возможность достижения правильного баланса гибкости к изменяющимся внешним условиям, трудозатрат компании и удовлетворения специфичных функциональных требований клиентов. |
| 6. «Неголосовые» коммуникации. Внедрение в работу чат-ботов с ИИ, он-лайн консультантов и пр. | Возможность повышения качества и скорости обслуживания, обеспечение высокого уровня сервиса, снижение косвенных расходов компании. |
| 7. Переход к разработке компаниями собственных CRM-решений на основе open-source-стека (совокупность технологических принципов, компетенций и решений, используемых в разработке продукта с наименее строгой стандартизацией). | Возможность привлечь внешние ресурсы с необходимым функционалом для достижения быстрых результатов разработки. |
| 8. Повышение безопасности и уровня защищенности системы. Требования государства становятся более жесткими, а утечек информации все больше. | Возможность повысить информационную безопасность компании. |
| 9. Большое значение приобретает UX, путеводителя клиента по бизнесу | Возможность удобного красивого и понятного интерфейса для клиента |
| 10. Развитие роботизации процессов и автоматической обработки запросов и задач клиентов. | Возможность нивелирования человеческого фактора и ошибок. |
| 11. Разработка и улучшение мобильных решений для доступа к CRM-системам | Возможность получения услуг сервиса в любое время и в любом месте |
| 12. Интеграция с социальными сетями | Возможность мониторинга активности клиентов в социальных сетях. |
| 13. Омникальность. | Возможность для заказчиков максимально улучшить взаимодействие с клиентами. |
| 14. Облачные технологии. | Возможность получения гибких и комплексных решений. |

Для того, чтобы можно было **оценить эффективность внедрения ERP и CRM-систем в деятельность строительных организаций** автором была предложена соответствующая методика. Были выбраны субъекты малого предпринимательства (МСП) в строительстве, так как для крупного строительного бизнеса внедрение не составляет значимой проблемы в финансовом плане.

В СПб хорошо развита деятельность МСП. Для оценки эффективности внедрения ERP и CRM-систем в МСП в строительстве был выбран метод регрессионного анализа, основанный на использовании обобщенного линейного регрессионного уравнения. Для проведения исследования в качестве генеральной выборки таким образом было задано значение в 12667 организаций. Для обеспечения репрезентативности выборки будет исследование минимум 373 организа-

ций. Этот расчет основан на классических предпосылках статистического анализа: доверительной вероятности, равной 95 %, и доверительном интервале, равном 5 %. Поиск необходимых данных осуществлялся посредством специализированных баз данных («СПАРК», «Контур.Фокус», «Rusprofile» и др).

Исключались организации, нарушавшие законодательство, участвующие в судебных разбирательствах, имеющие среднегодовой объем выполненных строительных работ ниже, чем 10 млн руб./год. и пр. После учета этих и некоторых иных фильтров в выборке осталось 942 микропредприятия и 33 малых предприятия. Участникам исследования высланы короткие анкеты, в которых задавались вопросы об использовании ERP и CRM-систем и в дополнение – других технологий, связанных с цифровизацией. Тем не менее, многие организации своевременно не смогли ответить на запрос. Ответы предоставили 402 микропредприятия и 15 малых предприятий. Иными словами, конечную выборку исследования составили 417 организаций МСП в строительстве.

Далее была разработана аналитическая модель, основанная на регрессионном анализе, базирующимся на следующем уравнении (1):

$$Q_{it}^{Tobins} = \beta_0 + \beta_1 AGL_{it} + \beta_2 ERP_{it} + \beta_3 UCT_{it} + \beta_4 ARM_{it} + \beta_5 SCH_{it} + \beta_6 CRM_{it} + \beta_7 REM_{it} + \beta_8 LEAN_{it} + \beta_9 CSR_{it} + \beta_{10} KMS_{it} + x_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$

где Q_{it}^{Tobins} – коэффициент Тобина (Q Тобина) субъекта МСП в строительстве; AGL_{it} – доля проектов, управляемых с использованием гибких методологий на базе *Agile*, %; ERP_{it} – дамми-переменная, которая принимает значение 1, если субъект МСП в строительстве использует современную ERP-систему, и 0 – в противном случае; UCT_{it} – дамми-переменная, которая принимает значение 1, если субъект МСП в строительстве использует облачные технологии, и 0 – в противном случае; ARM_{it} – дамми-переменная, которая принимает значение 1, если субъект МСП в строительстве использует автоматизированные системы управления проектами, и 0 – в противном случае; SCH_{it} – дамми-переменная, которая принимает значение 1, если субъект МСП в строительстве использует автоматизированные цепочки поставок, и 0 – в противном случае; CRM_{it} – дамми-переменная, которая принимает значение 1, если субъект МСП в строительстве использует CRM-системы, и 0 – в противном случае; REM_{it} – доля сотрудников, работающих удаленно, %; $LEAN_{it}$ – дамми-переменная, которая принимает значение 1, если субъект МСП в строительстве использует принципы бережливого производства, и 0 – в противном случае; CSR_{it} – дамми-переменная, которая принимает значение 1, если субъект МСП в строительстве использует принципы корпоративной социальной ответственности (КСО), и 0 – в противном случае; KMS_{it} – дамми-переменная, которая принимает значение 1, если субъект МСП в строительстве использует системы управления знаниями, и 0 – в противном случае; β_0 – константа; $\beta_1 \dots \beta_{10}$ – коэффициенты регрессии; x_{it} – вектор контрольных переменных; ε_{it} – случайные ошибки регрессионной модели.

Тестирование разработанной регрессионной модели основывалось на базе использования ряда стандартных тестов: тест Вальда; тест Бройша-Пагана; тест Хаусмана; тест на серийную корреляцию; модифицированный тест Вальда; тест Шапиро-Уилка. Следует отметить, что все проверки позволили подтвердить валидность и надежность модели.

Результат проведенного регрессионного анализа представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Результат регрессионного анализа

| Переменные | Q Тобина |
|------------------------------------|-------------------|
| Независимые переменные | |
| Гибкие методологии (<i>AGL</i>) | 0,148* (0,041) |
| <i>ERP</i> -системы (<i>ERP</i>) | 0,283* (0,134) |

| Переменные | Q Тобина |
|---|----------|
| Облачные технологии (<i>UCT</i>) | 0,075 |
| | (0,067) |
| Автоматизированные системы управления проектами (<i>APM</i>) | 0,327* |
| | (0,151) |
| Автоматизированные цепочки поставок (<i>SCH</i>) | 0,071 |
| | (0,079) |
| CRM-системы (<i>CRM</i>) | 0,336* |
| | (0,103) |
| Удаленная работа (<i>REM</i>) | 0,265* |
| | (0,091) |
| Бережливое производство (<i>LEAN</i>) | 0,0761* |
| | (0,0254) |
| КСО (<i>CSR</i>) | 0,374* |
| | (0,109) |
| Системы управления знаниями (<i>KMS</i>) | 0,092 |
| | (0,34) |
| Контрольные переменные | |
| Размер субъекта (<i>SIZE</i>) | 0,016 |
| | (0,037) |
| Возраст субъекта (<i>AGE</i>) | 0,278* |
| | (0,098) |
| Инвестиции в НИОКР (<i>INN</i>) | 0,186 |
| | (0,177) |
| Долговая нагрузка (<i>DEB</i>) | -0,094 |
| | (0,728) |
| Рентабельность активов (<i>ROA</i>) | 0,057* |
| | (0,022) |
| Константа | 0,381 |
| | (0,349) |
| Наблюдений | 1251 |
| Количество субъектов малого предпринимательства в строительстве | 417 |
| R-квадрат | 0,34 |
| F-статистика | 63,91 |
| P-значение | 0,00 |

Примечание: * $p < 0,05$; стандартные ошибки указаны в скобках.

Таким образом, оценка эффективности внедрения ERP и CRM-систем и других технологий, связанных с цифровизацией, в деятельность субъектов МСП в строительстве показывает, что на пятипроцентном уровне значимости ($p < 0,05$) на *Q Тобина* субъектов МСП в строительстве положительное влияние оказывают следующие переменные: гибкие методологии (*AGL*), ERP-системы (*ERP*), автоматизированные системы управления проектами (*APM*), CRM-системы (*CRM*), удаленная работа (*REM*), бережливое производство (*LEAN*) и КСО (*CSR*). Исключением, т. е. незначимыми переменными, оказались облачные технологии (*UCT*), автоматизированные цепочки поставок (*SCH*) и системы управления знаниями (*KMS*).

Для оценки экономического эффекта внедрения BIM технологий в процесс реализации ИСП автором предложена соответствующая методика.

I блок – Среда общих данных. Преимущества BIM: повышение скорости рассмотрения проектной документации за счет совместной работы проектировщиков в одной среде. Сокращается время на проверку, рецензирование, выдачу и проверку замечаний в среднем на 50% по опросам экспертов (открытые данные сети Интернет).

II блок – Исключение коллизий.

Таблица 6³ – Преимущества BIM: снижение рисков исправлений в процессе СМР за счет организации проверки BIM модели на коллизии на стадии проектирования

| Тип коллизий | Не существенно | Существенно | Критично |
|---------------------------------------|----------------|-------------|----------|
| Распределение коллизий по критичности | 30% | 60% | 10% |
| Стоимость исправления, тыс. руб. | 10 | 30 | 50 |
| Влияние на время проекта, ч. | 0,5 | 3 | 6 |

III блок – Подсчет объемов в BIM модели. Преимущества BIM: уточнение объемов, площадей конструкций в BIM модели.

IV блок – цифровые репетиции. Преимущества BIM: за счет цифровых репетиций можно разработать оптимизированный сценарий, например, параллельный монтаж с использованием дополнительной оснастки.

Таким образом модель оценки экономического эффекта внедрения BIM технологий в процесс реализации ИСП может быть формализована в следующем виде:

$$\mathcal{E}_{\text{BIM}} = \mathcal{E}_{\text{СОД}} + \mathcal{E}_{\text{ИК}} + \mathcal{E}_{\text{ПОБ.}} + \mathcal{E}_{\text{ЦР}}, \quad (2)$$

где $\mathcal{E}_{\text{СОД}}$ – эффект от внедрения BIM технологий в процесс реализации ИСП за счет организации среды общих данных,

$$\mathcal{E}_{\text{СОД}} = K_{\text{Ф}} \cdot T_{\text{Об}} \cdot C_{\text{ч/ч}} \cdot \% \mathcal{E}, \quad (3)$$

где $K_{\text{Ф}}$ – количество файлов, ед.; $T_{\text{Об}}$ – время обработки, ч.; $C_{\text{ч/ч}}$ – стоимость чел./часа работы, руб.; $\% \mathcal{E}$ – процент эффективности, %;

$\mathcal{E}_{\text{ИК}}$ – эффект от внедрения BIM технологий в процесс реализации ИСП за счет исключения коллизий,

$$\mathcal{E}_{\text{ИК}} = K_{\text{КОЛЛ.}} \cdot \Sigma \% K \cdot (C_{\text{ИСП.}} + V_{\text{ВП}} \cdot C_{\text{1ДП}}), \quad (4)$$

где $K_{\text{КОЛЛ.}}$ – количество коллизий, ед.; $\Sigma \% K$ – суммарный процент коллизий, %; $C_{\text{ИСП.}}$ – стоимость исправления, руб.; $V_{\text{ВП}}$ – влияние на время проекта, ч.; $C_{\text{1ДП}}$ – стоимость 1 дня проекта,

$$C_{\text{1ДП}} = \text{ФОТ}_{\text{1Д}} + C_{\text{А1Д}} + C_{\text{Ам.1Д}},$$

где $\text{ФОТ}_{\text{1Д}}$ – фонд оплаты труда всей проектной команды за 1 день работы (вместе с налогами с сборами), руб.; $C_{\text{А1Д}}$ – стоимость 1 дня аренды офиса, руб.; $C_{\text{Ам.1Д}}$ – стоимость 1 дня амортизации компьютерного оборудования, руб.

$\mathcal{E}_{\text{ПОБ.}}$ – эффект от внедрения BIM технологий в процесс реализации ИСП за счет подсчета объемов в BIM модели,

$$\mathcal{E}_{\text{ПОБ.}} = (O_{\text{До}} - O_{\text{После}}) \cdot C_{\text{1ед.изм.}}, \quad (5)$$

где $O_{\text{До}}$ – объем до внедрения BIM (помещений, строительных конструкций и пр.), ед. изм.; $O_{\text{После}}$ – объем после внедрения BIM и повторного расчета (помещений, строительных конструкций и пр.), ед. изм.; $C_{\text{1ед.изм.}}$ – стоимость строительно-монтажных работ на 1 единицу измерения объема (монтаж, отдела и пр.), руб.

$\mathcal{E}_{\text{ЦР}}$ – эффект от внедрения BIM технологий в процесс реализации ИСП за счет использования результатов цифровых репетиций:

$$\mathcal{E}_{\text{ЦР}} = K_{\text{Д}} \cdot C_{\text{1д}}, \quad (6)$$

где $K_{\text{Д}}$ – количество дней, высвобожденное по результатам нового сценария реализации ИСП, ед.; $C_{\text{1д}}$ – стоимость 1 дня реализации проекта, руб.

Уровень методологии.

5) Представлено развитие методологии повышения конкурентоспособности строительных организаций в теоретическом аспекте концепции устойчивого развития, отличительной чертой которой является выход за рамки соответствия нормативным требованиям, как экологически рационального развития; обеспечение учета будущих потребностей в целях достижения глобального и

³ Данные определены в ходе консультации со специалистами ООО СБД (компании СберДевелопмент).

межпоколенческого справедливого баланса в решении экономических, экологических и социальных проблем в жилищном строительстве. **Доказана несостоятельность поведенческого подхода** к исследованию конкуренции и **приоритет предложенного нового теоретического подхода к рассмотрению конкуренции** в строительстве, предполагающий **дополнение структурного подхода** (объединение или увеличение рыночных долей путем сочетания вертикальной, горизонтальной интеграции (экосистемный подход), использованием преимуществ **функционального подхода** – конкурентных преимуществ **цифровизации**.

В соответствии с системно-синергетической теорией, теорией неравновесных систем, **развитие – это процесс, подразумевающий периодический выход системы из состояния равновесия**, переход в качественно новое состояние, обеспечивающее развитие системы. А **устойчивость** в русском языке подразумевает **равновесие**. Поэтому представляется целесообразным уточнить термин «устойчивое развитие» в целях настоящего исследования: «экологически рациональное развитие, обеспечивающее учет будущих потребностей» (таблица 7).

Таблица 7 – Эволюция концепции устойчивого развития

| Этап | Содержание |
|------------------------|---|
| Начало 1970-х гг. | <ul style="list-style-type: none"> Осознание ограниченности природных ресурсов, начинающейся экологической катастрофы; развитие «экологического» вектора в науке и социально-экономической жизни; появление международных неправительственных научных организаций, изучающих глобальные процессы на планете: 1) Международная федерация институтов перспективных исследований (ИФИАС), г. Принстон, штат Нью-Джерси, США; 2) Римский клуб (доклад «Пределы роста» стал первым, в котором получили освещение вопросы экономического роста, развития, глобального мышления, обучения, новых технологий и пр.); 3) Международный институт системного анализа, г. Лаксенбург, пригород г. Вены, Австрия; 4) Всесоюзный институт системных исследований Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике и Академии наук СССР, г. Москва, СССР. |
| 1972 г. | <ul style="list-style-type: none"> Конференция ООН по окружающей среде – утверждение программы ООН по окружающей среде человека (ЮНЕП), г. Стокгольм, Швеция; осознание ограничения темпов социально-экономического развития; привлечение международного сообщества к решению экологических проблем; развитие экологических направлений в сферах: политики, дипломатии, права, институциональной среды (создание соответствующих министерств и ведомств). |
| 1980-е гг. | <ul style="list-style-type: none"> Принята Всемирная стратегия охраны природы (ВСОП) (первое упоминание и широкая огласка понятия устойчивого развития); появление понятий: экологического развития, развития без разрушений, устойчивого развития экосистем. |
| 1987 г. | <ul style="list-style-type: none"> Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию «Наше общее будущее» – озвучено основное определение понятия устойчивого развития, подразумевающего, что современное удовлетворение потребностей не подрывает возможность будущих поколений удовлетворять свои. |
| Октябрь 1991 г. | <ul style="list-style-type: none"> Принята вторая редакция ВСОП «Забота о планете Земля — Стратегия устойчивой жизни», в которой декларировано: 1) сохранение живой природы при современном развитии общества; 2) защита функций, структуры и разнообразия природных экосистем для сохранения биологического разнообразия; 3) обеспечение устойчивого развития возобновляемых ресурсов. |
| 2002 г. | <ul style="list-style-type: none"> Всемирный саммит ООН по устойчивому развитию: 1) поддержка мировым сообществом идей устойчивого развития; 2) осознание необходимости сохранения систем жизнеобеспечения Планеты для долгосрочного удовлетворения потребностей человечества (подтверждение концепции В. И. Вернадского о ноосфере середины XX в.). |
| 2014 г. по наст. время | <ul style="list-style-type: none"> Устойчивая модель роста в мировой экономике так и не выработана несмотря на: глобальный экономический кризис 2008 г.; пандемия, начавшаяся в 2019 г.; глобальный экономический кризис 2022 г. |

В сфере строительства на практике реализация данной концепции выражается в развитии экологичного строительства, при описании которого в зарубежной и уже и в отечественной литературе используются следующие определения: «зеленое» строительство; «зеленый» дом; экологичный дом; экологичные строители; «зеленые» строители и пр.

Среди критериев, на которые ориентируются строители были названы требования ГОСТа, в том числе ГОСТ Р 70346-2022 «„Зеленые“ стандарты. Здания многоквартирные жилые „зеленые“», а также на критерии национальной системы сертификации «Клевер». В качестве международных систем сертификации были названы BREEAM и LEED, хотя они пока не работают на территории Российской Федерации с 2022 г.

Таблица 8 – Формирование конкурентных преимуществ строительной организации в основных аспектах устойчивого развития

| Экология | Экономика | Социальные аспекты |
|---|--|--|
| <p>1. В условиях нехватки квалифицированных кадров – воспитание экологически сознательных работников, мотивированных социальными и экологическими факторами.</p> <p>2. Использование биологически разлагаемых материалов – уменьшение количества свалок строительных отходов.</p> <p>3. Использование бесплатной и безопасной солнечной энергии для освещения и отопления.</p> <p>4. Реализация концепции «пассивного дома» – использование дизайна здания для контроля температуры – преимущества по экономии энергии, обеспечиваемые на этапе проектирования (до 90% по сравнению с обычным домом).</p> | <p>1. Обеспечение новых рабочих мест.</p> <p>2. Применение эффективных технологий – снижение использования ископаемого топлива, выброса CO₂ и пр. – обеспечение качества строительства.</p> <p>3. Использование системы управления подрядчиком – постоянная подготовка и переподготовка работников в процессе строительства – сокращение времени строительства.</p> <p>4. Заводское изготовление модульных конструкций – уменьшение отходов, сокращение времени, снижение травматизма, стоимости строительства.</p> <p>5. Потенциальное снижение себестоимости строительства в будущем – развитие и применения технологий энергосбережения в строительстве, компенсация затрат в ходе эксплуатации здания.</p> <p>6. Получение преимуществ и снижение затрат на стадии эксплуатации здания:</p> <ul style="list-style-type: none"> • на электроэнергию за счет снижения энергопотребления на 25%; • на водоснабжение за счет снижения потребления воды на 30%; • на обслуживание здания за счет более эффективных средств контроля и управления; • увеличение доходов от аренды (премия при средней норме арендного договора); • снижение страховых затрат; • уменьшение количества отказов от аренды; • привлечение общественного внимания – ускорение окупаемости арендных площадей; • сохранение здоровья работающих в здании людей – экономия средств медицинского страхования. <p>7. Наличие перспектив увеличения доли рынка – прогнозируемый рост рынка.</p> <p>8. Получение преимуществ в условиях ужесточения экологического законодательства – ограничением выбросов углерода.</p> <p>9. Снижение рисков строительства.</p> | <p>1. Возможность получения налоговых льгот и стимулов в государственных программах по сокращению потребления энергии и ископаемого топлива.</p> <p>2. Участие в возможных государственных программах, предполагающих:</p> <ul style="list-style-type: none"> • инвестиции в энергоэффективность с модернизацией домов; опоры для замены масляных котлов на тепловые насосы; обеспечение кровли солнечными батареями; • инвестиции в энергоэффективность существующего коммерческого и общественного строительного фонда; полное внедрение новых схем поддержки возобновляемых источников тепла. <p>3. Улучшение имиджевых характеристик за счет обеспечения преимуществ для здоровья и общества:</p> <ul style="list-style-type: none"> • создание более комфортных условий в помещениях – качество воздуха, тепло, акустика; • снижение уровня загрязнений, попадающих в воду, почву и воздух, снижение нагрузки на городскую инфраструктуру; • повышение качества жизни с помощью оптимального градостроительного проектирования – размещения мест приложения труда в непосредственной близости жилых районов и социальной инфраструктуры. |

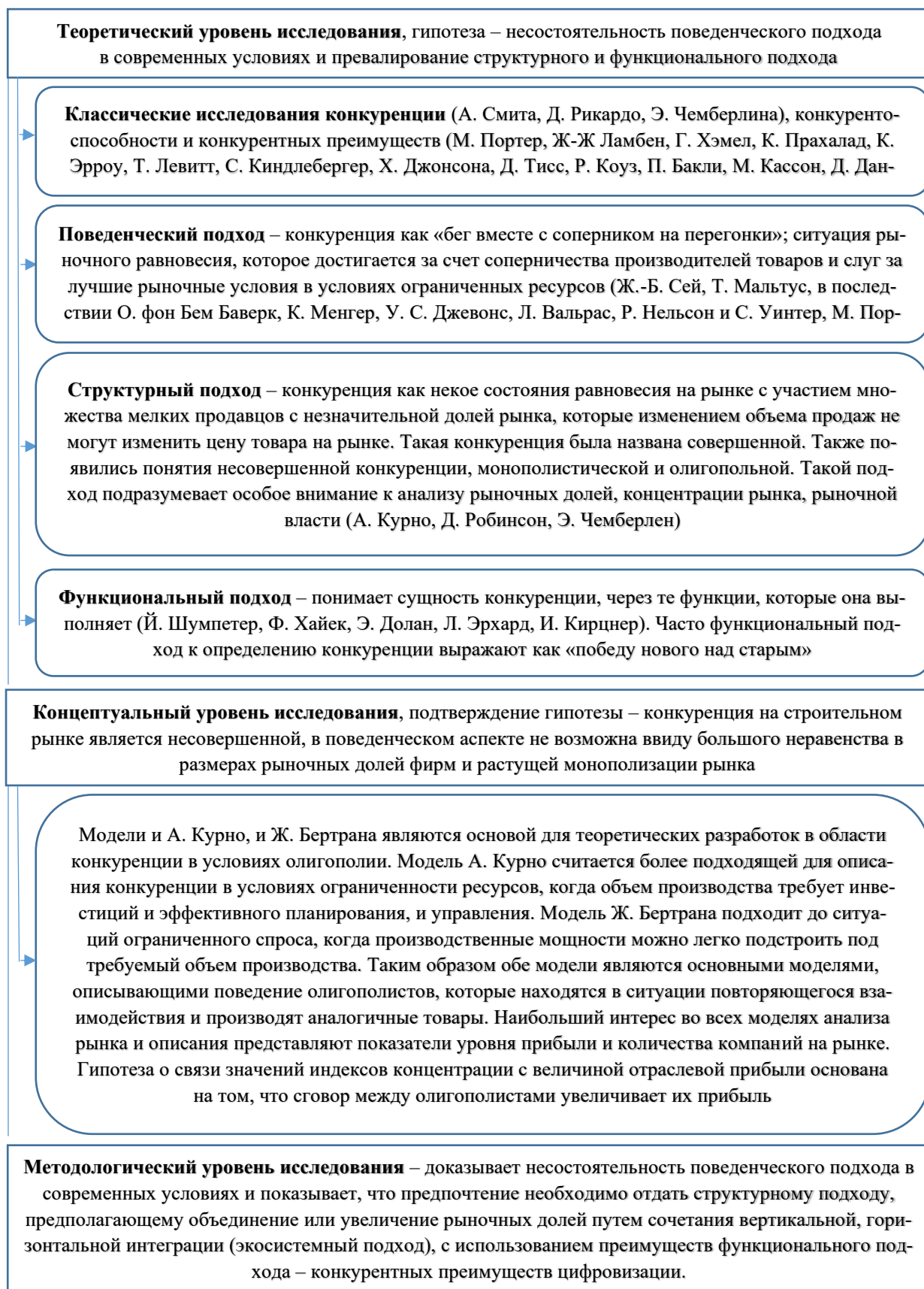


Рисунок 7 – Развитие методологии повышения конкурентоспособности строительных организаций в теоретическом аспекте

б) Представлено **развитие методологии обеспечения конкурентоспособности** строительных организаций **в практическом аспекте**: модель участия в экосистеме (МУВЭ) для предпринимателей, желающих повысить свою конкурентоспособность в условиях цифровой трансформации; **методическое обеспечение** внедрения цифровизации в деятельность строительных организаций (метод оценки индекса цифровизации строительных организаций, методические рекомендации по обеспечению конкурентных преимуществ особенностью которых является учет как традиционных проблем строительства, так и новых вызовов); **методический инструментарий** формирования конкурентных преимуществ строительных организаций на основе использования интернета вещей; методика оценки эффективности реализации AR/VR проектов в строительстве.

Библиографический анализ эволюции к классификации экосистем показал, что анализ возможности их создания не учитывает, как правило, специфику цифровизации строительных организаций, ее оценки и возможности их участия.

Сегодня термин «экосистема» используется для описания сложных систем, в которых могут функционировать множество агентов самостоятельно и одновременно в рамках одной логики, стратегии, сферы интересов.

По сути это **сочетание горизонтальной, вертикальной и финансовой интеграции**, зачастую не оформленное в рамках единой схемы владения, но связанное едиными интересами и вектором цели, преимуществом которой является возможность снижения издержек, межотраслевого перелива капитала, минуя фондовый рынок и многое другое. Именно такое определение используется в настоящем исследовании.

Исследователи Всемирного банка и Global Infrastructure Hub приводят данные по дефициту средств на развитие инфраструктуры в мире на период 2021-2040 гг. – \$13 трлн., в том числе, \$625 млрд. – доля России. Мировой потенциал инвестирования в инфраструктуру составляет по \$146 трлн. из них 93% приходится на институциональных инвесторов, 40% – на банки, 8% – на суверенные фонды и 5% – на международные финансовые организации.

С другой стороны, существуют определенные риски, такие как «цифровой разрыв» или ограниченная способность города контролировать, что может способствовать тому, что этот потенциал не может быть использован или использован только частично.

Экосистемный подход в условиях цифровой трансформации – это подход, который сохраняет преимущества вертикальной, горизонтальной и финансовой интеграции, с одной стороны, и привносит новые конкурентные преимущества, обеспечиваемые цифровой трансформацией экономики.

В данной работе предлагается **модель участия в экосистеме (МУВЭ)** для предпринимателей, желающих повысить свою конкурентоспособность в условиях цифровой трансформации. Шаги 3-5 представляют собой итерационный процесс, который при необходимости можно повторить несколько раз.

Шаг 1. Определение компетенций компании. В таблице 9 представлены основные направляющие вопросы для определения этого.

Таблица 9 – Пример опросника для определения необходимых компетенций компании для участия в экосистеме

| Вопросы позиционирования | да | нет |
|--|----|-----|
| Работает ли ваша компания или разрабатывает собственную цифровую платформу (своевременно или в будущем)? | | |
| Производит ли ваша компания или предлагает оборудование с возможностями IoT? | | |
| Имеет ли ваша компания соответствующие навыки и ноу-хау в области разработки программного обеспечения? | | |
| Развиваете ли вы компетенции в области алгоритмов/искусственного интеллекта? | | |
| Есть ли в вашей компании возможности подготовки или анализа данных? | | |
| Является ли ваша компания малой или средней организацией? | | |
| Является ли ваша компания крупной организацией? | | |
| Является ли ваша компания международной корпорацией? | | |

На основе выявленных компетенций на втором этапе можно определить потенциальные роли компании в цифровой экосистеме.

Шаг 2. Определение потенциальной роли (ролей) компании в цифровой экосистеме, которые не являются взаимоисключающими.

Основные активные роли позиционирования в экосистеме основаны на технико-экономической перспективе экосистемы: 1) **поставщики платформ** – это компании, которые управляют или разрабатывают цифровую платформу и хотят подключить ее к цифровой экосистеме.; 2) **поставщики информации** (поставщики данных) или процессоры – представляют данные, доступные для других участников экосистемы; 3) **поставщики оборудования** – это компании, которые производят аппаратные продукты или компоненты; 4) **разработчики** – это люди или организации, которые специализируются на разработке алгоритмов, программного обеспечения и интеллектуальных сервисов, но не занимают, в первую очередь, одну из других ролей в экосистеме.

Шаг 3. Определение образцов бизнес-моделей (БМ) с наибольшим потенциалом использования. В зависимости от роли в цифровой экосистеме, о которой идет речь в компании, существуют образцы БМ, которые имеют особенно высокий потенциал использования для компании.

Шаг 4. Творческое сочетание образцов БМ. Разработка собственной БМ, соответствующей позиционированию в экосистеме, должна происходить после интенсивного изучения выбранных образцов БМ.

Шаг 5: Разработка и выбор комбинированных БМ. На этом этапе рассматривается возможность реализации полученных комбинаций образцов БМ. Если не удалось разработать перспективную БМ, процесс необходимо повторить с шага 3. Таким образом, на этапе 4 можно объединить не только первые три-пять образцов БМ, но и первые шесть-восемь. Это приводит к гораздо большему числу возможностей комбинирования моделей БМ, что в конечном итоге должно привести к созданию подходящей БМ.

Соответственно автор поставил и решил задачу представить **развитие методологии обеспечения конкурентоспособности строительных организаций в практическом аспекте, позволяющее учесть специфику цифровизации строительных организаций.** Взаимосвязь элементов развития методологии обеспечения конкурентоспособности строительных организаций представлена на рисунке 8.



Рисунок 8 – Взаимосвязь элементов развития методологии обеспечения конкурентоспособности строительных организаций

Таким образом, развитие методологии обеспечения конкурентоспособности строительных организаций в теоретическом и практическом аспектах **является научно новым положением теории экономики строительства, развивающим научную дискуссию с позиций способов обеспечения конкурентоспособности строительных организаций и оценки уровня их цифровизации.**

Таблица 10 – Развитие теории и методологии обеспечения конкурентоспособности строительных организаций в условиях цифровизации

| Содержание развития методологии | Содержание развития теории и методологии обеспечения конкурентоспособности строительных организаций в условиях цифровизации |
|---|---|
| Развитие методологии должно быть представлено как структурированный, логичный процесс, демонстрирующий эволюцию подходов, методов и принципов исследования или деятельности | Развитие теории и методологии обеспечения конкурентоспособности строительных организаций в условиях цифровизации представлено как структурированный по предметной области (конкуренция, конкурентные условия, конкурентные преимущества, конкурентоспособность), логичный процесс, демонстрирующий эволюцию подходов к развитию конкуренции, формированию конкурентных преимуществ, тенденций в развитии строительной деятельности. |
| Ключевые элементы представления развития методологии | |
| 1. Исторический контекст и предпосылки: | |

| Содержание развития методологии | | Содержание развития теории и методологии обеспечения конкурентоспособности строительных организаций в условиях цифровизации |
|---|--|--|
| Описание исходного состояния | <p>Первым появился поведенческий подход. Он содержит взгляд на конкуренцию, как на ситуацию рыночного равновесия, которое достигается за счет соперничества производителей товаров и слуг за лучшие рыночные условия в условиях ограниченных ресурсов. Следующий подход – структурный. Это понимание сущности конкуренции как некоего состояния равновесия на рынке с участием множества мелких продавцов с незначительной долей рынка, которые изменением объема продаж не могут изменить цену товара на рынке. Функциональный подход понимает сущность конкуренции, через те функции, которые она выполняет – баланс цен через регулирование спроса и предложения, перелив капитала в наиболее успешные отрасли, стимулирование научно-технического прогресса.</p> | |
| Обоснование необходимости изменений | <p>Доступ к информации, ее обработка, хранение и использование становится определяющим фактором, влияющим на конкуренцию в рамках информационной парадигмы. В свете субъективного восприятия конкуренции, строительные компании, которые будут способными управлять информацией, смогут эффективно формировать новые конкурентные преимущества. Эволюция конкурентных преимуществ в строительстве происходит в сторону более сложных и комплексных факторов, которые включают технологические инновации, качество, управление рисками, устойчивость и клиентоориентированность. Так как процесс цифровизации экономики не закончен, и нет четких моделей, по которым можно было бы рассчитать различные экономические показатели деятельности организации, можно предположить, что в отличие от существующих способов нейросетевое моделирование процессов может быть применимо при решении проблемы формализации, например, процесса повышения конкурентоспособности или эффективности деятельности строительных организаций в условиях цифровизации и высокой степени неопределенности среды, влияющая рисков и стохастических факторов.</p> <p>В связи с изменением конкурентных условий – ролей и традиционного уклада в строительстве – возникает необходимость исследования конкуренции на рынке жилищного строительства в условиях цифровизации; возможностей формирования конкурентных преимуществ технологического развития автоматизированных систем управления бизнесом; понятия устойчивого развития и его выхода за рамки соответствия нормативным требованиям и переход к развитию конкуренции в рамках «экологического» строительства; возможностей создания интеллектуальной инфраструктуры города как фактор его устойчивого развития и формирования новых конкурентных условий для строительных организаций; экосистемного подхода как пути определения направлений инвестирования в интеллектуальные технологические для формирования конкурентных преимуществ.</p> | |
| 2. Описание процесса развития (этапы и изменения): | | |
| Новые элементы | <p>Предложен теоретический подход к рассмотрению конкуренции в строительстве, предполагающий дополнение традиционного объективно обусловленного восприятия конкуренции субъективным. Выявлены тенденции формирования конкурентных преимуществ в строительстве, в основе которых лежит изменение подходов к формированию конкурентных преимуществ в строительстве, путем дополнения традиционных способов: 1) заимствованием преимуществ других сфер деятельности; 2) внедрением цифровизации в процесс производства; 3) применением нейросетевого моделирования и внедрении элементов ИИ. Определены необходимы составляющие синергетического эффекта технологического развития автоматизированных систем управления бизнесом. Представлено развитие методологии повышения конкурентоспособности строительных организаций в теоретическом аспекте концепции устойчивого развития, отличительной чертой которой является выход за рамки соответствия нормативным требованиям, как экологически рационального развития.</p> <p>Представлено развитие методологии обеспечения конкурентоспособности строительных организаций в практическом аспекте: модель участия в экосистеме (МУВЭ) для предпринимателей, желающих повысить свою конкурентоспособность в условиях цифровой трансформации; методическое обеспечение внедрения цифровизации в деятельность строительных организаций; методический инструментарий формирования конкурентных преимуществ строительных организаций на основе использования интернета вещей; методика оценки эффективности реализации AR/VR проектов в строительстве.</p> | |
| Теоретические основы новы | <p>Развитие структурного и функционального подходов к исследованию конкуренции, когнитивного подхода и информационной парадигмы к формированию индивидуальных эволюционирующих конкурентных преимуществ.</p> | |
| 3. Результаты и влияние: | | |
| <p>Преимущества. Предложенный теоретический подход к рассмотрению конкуренции в строительстве позволяет анализировать конкуренцию как процесс не только соревнования за ресурсы и рынки сбыта, информацию, но и способность их эффективно использовать для формирования индивидуальных эволюционирующих конкурентных преимуществ в условиях цифровизации (расширение функционального подхода). В отличие от существующих способов нейросетевое моделирование процессов может быть применимо при</p> | | |

| | | | |
|---|---|---|--|
| Содержание развития методологии | | Содержание развития теории и методологии обеспечения конкурентоспособности строительных организаций в условиях цифровизации | |
| решении проблемы формализации процесса повышения конкурентоспособности строительных организаций в условиях цифровизации и высокой степени неопределенности среды, влияния рисков и стохастических факторов. Реализация синергетического эффекта технологического развития автоматизированных систем управления бизнесом может создать конкурентные преимущества строительной компании качественно нового уровня . Представленное развитие методологии повышения конкурентоспособности строительных организаций в теоретическом аспекте концепции устойчивого развития служит обеспечению учета будущих потребностей в целях достижения глобального и межпоколенческого справедливого баланса в решении экономических, экологических и социальных проблем в жилищном строительстве. | | | |
| Преимущества | Представлено развитие методологии обеспечения конкурентоспособности строительных организаций в практическом аспекте позволяет: модель участия в экосистеме (МУВЭ) для предпринимателей – повысить свою конкурентоспособность в условиях цифровой трансформации; методическое обеспечение внедрения цифровизации в деятельность строительных организаций – оценить индекс цифровизации строительных организаций; методические рекомендации по обеспечению конкурентных преимуществ – учесть как традиционные проблемы строительства, так и новые вызовы; методический инструментарий формирования конкурентных преимуществ строительных организаций – использовать интернет вещей; оценить эффективность реализации AR/VR проектов в строительстве. | | |
| | Применимость | Развитие теории и методологии обеспечения конкурентоспособности строительных организаций в условиях цифровизации может быть применимо при исследовании конкуренции, конкурентоспособности, формировании конкурентной среды и конкурентных преимуществ в строительстве. | |
| 4. Визуализация и структура | | | |
| Структурированный текст | Диссертация представляет собой пять глав, структурированный по уровням исследования: теоретический, концептуальный, методологический и методический. | | |
| Таким образом, представление развития теории и методологии обеспечения конкурентоспособности строительных организаций в условиях цифровизации сочетает исторический обзор подходов к развитию конкуренции, формированию конкурентных преимуществ и конкурентной среды, анализ изменений , происходящих в этих областях, обоснование улучшений и четкую структуру изложения , чтобы показать не только <i>что</i> изменилось, но и <i>почему</i> и <i>как</i> это повлияло на области знания – экономика строительства и конкурентоспособности строительных организаций . | | | |

Методический уровень.

7) Предложено **методическое обеспечение** внедрения цифровизации в деятельность строительных организаций: 1) **метод оценки индекса цифровизации строительных организаций**, в основу которого заложена **факторная модель** расчета 4 субиндексов (общая информация о цифровизации; цели использования технологий; электронные продажи, использование специальных программных средств, центров обработки данных; затраты на внедрение и использование цифровых технологий). Значение индекса конкурентоспособности наряду со значениями показателей финансовых результатов организации может быть использовано при **построении регрессионных моделей в целях прогнозирования**; 2) **методические рекомендации по обеспечению конкурентных преимуществ**, особенностью которых является **учет как традиционных проблем строительства** (невысокой производительности; низкого уровня оцифровки; большого размера, неоднородности и увеличения количества рисков), так и **новых вызовов** (дефицит кадров, снижение миграции, санкции и пр.), использование которых позволит осуществлять быстрое переобучение; изменение лидерских и управленческих компетенций; цифровизацию и автоматизацию бизнес-процессов, интеграцию гибких методов управления проектами и создание виртуальных команд в рамках удаленной работы.

Для того, чтобы понимать насколько строительная компания «цифровизована» предлагается методический инструментарий по расчету **Индекса цифровой конкурентоспособности строительных организаций**.

Расчет Индекса предлагается осуществлять по данным федерального статистического наблюдения по модернизированной форме № 3-информ «Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг» Редакция от 31.01.2024 – Действует с 31.01.2024. Кроме этого предлагается использовать общие сведения об организации (таблица 11).

Таблица 11 – Структура индекса **цифровой конкурентоспособности строительных организаций**

| Субиндекс | Вес | Показатели |
|--|------|--|
| Общая информация о цифровизации | 0,25 | Показатель использования организацией цифрового оборудования и технологий (Ицт): 17 вопросов по видам [0, 17]. |
| | | Удельный вес работников в общей численности списочного состава на конец отчетного года (не включает внешних совместителей, работников на ГПД, работников, направленных на обучение с отрывом от работы, или работников на ученических договорах, получающих стипендию, и пр.), пользующихся ПК, интернетом, портативными устройствами, и тех, кто непосредственно управляет цифровыми технологиями (УДрцт) [0, 100]. |
| Цели использования технологий | 0,25 | Цели использования Интернета в отчетном году (Ци): 7 вопросов по целям [0, 7]. |
| | | Функциональность веб-сайта в отчетном году (Фвс): 5 вопросов [0, 5]. |
| | | Источники и цели использования технологий сбора, обработки и анализа больших данных в отчетном году (Цбл): 8 вопросов [0, 8]. |
| | | Анализ больших данных (Абд): 2 вопроса [0, 2]. |
| | | Использование технологий искусственного интеллекта в отчетном году (Ции): 19 вопросов [0, 19]. |
| | | Цели использования «облачных» сервисов в отчетном году (Цос): 6 вопросов [0, 6]. |
| | | Цели использования технологий Интернета вещей в отчетном году (Цив): 8 вопросов [0, 8]. |
| Цели использования технологий радиочастотной идентификации (RFID) в отчетном году (Цит): 6 вопросов [0, 6]. | | |
| Электронные продажи, использование специальных программных средств, центров обработки данных | 0,25 | Электронные продажи, закупки товаров (работ, услуг) в отчетном году (Эпз): 6 вопросов [0, 6]. |
| | | Использование специальных программных средств, кроме программных средств общего назначения, в отчетном году (Ипс): 19 вопросов [0, 19]. |
| | | Использование программ для электронных вычислительных машин и баз данных, на конец отчетного года (Иэвм) – код класса, российского – да, нет [0, 1]. |
| | | Использование услуг центров обработки данных на конец отчетного года (Иуц): 6 вопросов [0, 6]. |
| | | Возможность оказания услуг по хранению и обработке данных на конец отчетного года (Оу) [0, 1]. |
| | | Использование средств защиты информации, на конец отчетного года (Исзи): 11 вопросов [0, 11]. |
| Затраты на внедрение и использование цифровых технологий | 0,25 | Удельный вес затрат на внедрение и использование цифровых технологий в отчетном году (УДцтг) [0, 100]. |
| | | Доля собственных средств в финансировании внутренних затрат на внедрение и использование цифровых технологий в отчетном году (Дсс) [0, 100]. |

Показатели выбираются по возможности балльной оценки и имеющие отношение к критерию обеспечения конкурентоспособности организации. Для этого предлагается **факторная модель**. **Индекс цифровой конкурентоспособ-**

ности строительных организаций (ИЦК) можно рассчитать, как сумму значений четырех субиндексов. Каждый субиндекс состоит из набора характеризующих его показателей и имеет свой вес при агрегировании.

$$\text{ИЦК} = 0,25 \text{ ОИЦ} + 0,25 \text{ ЦИТ} + 0,25 \text{ ЭПЗ} + 0,25 \text{ ЗЦТ}, \quad (7)$$

где ОИЦ – общая информация о цифровизации; ЦИТ – цели использования технологий; ЭПЗ – электронные продажи, использование специальных программных средств, центров обработки данных; ЗЦТ – затраты на внедрение и использование цифровых технологий.

Веса у субиндексов взяты, в общем случае, равными, но в рамках каждой конкретной задачи (отраслевая принадлежность, региональные или социальные особенности и пр.) могут быть скорректированы экспертным сообществом.

Значения субиндексов рассчитываются как среднеарифметическое входящих в его состав показателей:

$$\text{ОИЦ} = (\text{И}_{\text{ЦТ}} + \text{УД}_{\text{РЦТ}}) / 2,$$

где $\text{И}_{\text{ЦТ}}$ – показатель использования организацией цифрового оборудования и технологий [0, 17]; $\text{УД}_{\text{РЦТ}}$ – удельный вес работников в общей численности списочного состава на конец отчетного года [0, 100];

$$\text{ЦИТ} = (\text{Ц}_{\text{И}} + \text{Ф}_{\text{ВС}} + \text{Ц}_{\text{БД}} + \text{А}_{\text{БД}} + \text{И}_{\text{ИИ}} + \text{Ц}_{\text{ОС}} + \text{Ц}_{\text{ИВ}} + \text{Ц}_{\text{ИТ}}) / 8,$$

где $\text{Ц}_{\text{И}}$ – цели использования Интернета в отчетном году [0, 7]; $\text{Ф}_{\text{ВС}}$ – функциональность веб-сайта в отчетном году [0, 5]; $\text{Ц}_{\text{БД}}$ – источники и цели использования технологий сбора, обработки и анализа больших данных в отчетном году [0, 8]; $\text{А}_{\text{БД}}$ – анализ больших данных [0, 2]; $\text{И}_{\text{ИИ}}$ – использование технологий искусственного интеллекта в отчетном году [0, 19]; $\text{Ц}_{\text{ОС}}$ – цели использования «облачных» сервисов в отчетном году [0, 6]; $\text{Ц}_{\text{ИВ}}$ – цели использования технологий Интернета вещей в отчетном году [0, 8]; $\text{Ц}_{\text{ИТ}}$ – цели использования технологий радиочастотной идентификации (RFID) в отчетном году [0 – 6] / 8;

$$\text{ЭПЗ} = (\text{Э}_{\text{ПЗ}} + \text{И}_{\text{ПС}} + \text{И}_{\text{ЭВМ}} + \text{И}_{\text{УЦ}} + \text{О}_{\text{У}} + \text{И}_{\text{СЗИ}}) / 6;$$

где $\text{Э}_{\text{ПЗ}}$ – электронные продажи, закупки товаров (работ, услуг) в отчетном году [0, 6]; $\text{И}_{\text{ПС}}$ – использование специальных программных средств, кроме программных средств общего назначения, в отчетном году [0, 19]; $\text{И}_{\text{ЭВМ}}$ – использование программ для электронных вычислительных машин и баз данных, на конец отчетного года [0, 1]; $\text{И}_{\text{УЦ}}$ – использование услуг центров обработки данных на конец отчетного года [0, 5]; $\text{О}_{\text{У}}$ – возможность оказания услуг по хранению и обработке данных на конец отчетного года [0, 1]; $\text{И}_{\text{СЗИ}}$ – использование средств защиты информации, на конец отчетного года;

$$\text{ЗЦТ} = (\text{УД}_{\text{ИЦТ}} + \text{Д}_{\text{СС}}) / 2,$$

где $\text{УД}_{\text{ИЦТ}}$ – удельный вес затрат на внедрение и использование цифровых технологий в отчетном году [0 – 100]; $\text{Д}_{\text{СС}}$ – доля собственных средств в финансировании внутренних затрат на внедрение и использование цифровых технологий в отчетном году [0 – 100].

Имея данные о темпе роста прибыли, уровне рентабельности и доле рынка организации, можно **построить зависимость данных показателей от индекса цифровой конкурентоспособности.**

В рамках анализа эффективности внедрения цифровизации в субъектах МСП в строительстве было проведено количественное исследование, направленное на определение потребностей развития в цифровизации⁴. В качестве метода сбора эмпирической информации был выбран классический метод социологического опроса в форме анкетирования. Выборку составили 112 представителей высшего менеджмента малого строительного бизнеса Санкт-Петербурга. Выборка была случайной. Структура анкеты социологического опроса состояла из 15 вопросов, разделенных на три раздела: общая информация; текущие бизнес-процессы и проблемы; программа дальнейшего развития.

⁴ Работа была проведена коллективом авторов в рамках научной школы В. В. Асаул «Обеспечение конкурентоспособности предпринимательских структур в строительстве на инновационной основе».

Отвечая на вопрос анкеты об инновациях и/или технологических решениях, которые субъекты малого предпринимательства считают приоритетными для внедрения, распределение ответов оказалось более равномерным. Так, большинстве случаев (32,3 %) ключевым драйвером оказалась **цифровизация и автоматизация бизнес-процессов**. Весомой оказалась и необходимость в интеграции гибких методологий управления проектами (22,1 %), а также необходимость в удалённой работе и создании виртуальных команд (18,6 %). Наименее востребованными оказались системы управления знаниями (рис. 11). В целом можно утверждать, что выявленные предпочтения согласуются с проблемными зонами ведения малого бизнеса.

В качестве **основных барьеров** для внедрения цифровизации среди субъектов малого предпринимательства особенно были выделены **финансовые ограничения** (25,3 %), а также недостаточная информация о новых технологиях (22,9 %). Кроме того, в 21 % случаев респонденты отметили и иные барьеры: отсутствие стратегического видения; недостаток времени; низкий уровень цифровой грамотности; отсутствие инновационной экосистемы; опасения по поводу кибербезопасности; сложности совмещения новых технологических решений с уже имеющимися; недостаток гибкости в управлении (рисунок 9).



Рисунок 9 – Распределение ответов на вопрос анкеты «Какие инновации или технологические решения вы считаете приоритетными для внедрения? %»



Рисунок 10 – Распределение ответов на вопрос анкеты «Каковы основные препятствия для внедрения инноваций в вашей компании? (Выберите все варианты, которые применимы)», %»

8) Предложен **методический инструментарий формирования конкурентных преимуществ строительных организаций** на основе использования

интернета вещей (улучшенное управление ресурсами, более эффективная отчетность и обслуживание), включающий **методику минимизации рисков травматизма на строительной площадке** с помощью использования IoT, **отличительной чертой** которой является **включение в процесс оценки рисков этапа идентификации IoT-устройства определенному риску**, что позволяет **кроме традиционных мероприятий** (содержание в исправном порядке пешеходных и рабочих площадок, защитных конструкций и пр.) **использовать новые возможности интернета вещей** (идентификационные карточки или смарт часы; беспилотные летательные аппараты; дронопорты – программно-аппаратные комплексы для беспилотников при решении глобальных задач мониторинга стройки) для обеспечения безопасности строительства и привлечения наиболее квалифицированных работников.

По исследованиям Росструда в второе место по травматичности занимает именно строительная сфера – **17,5%** всех зарегистрированных случаев травм. Причиной, является человеческий фактор: нарушение трудового распорядка (9,7%) и, конечно, менеджмент: плохая организация труда (32,4%). Если разбираться более детально, то рейтинг несчастных случаев распределяется следующим образом: 38,6% – падения с высоты – 1 место; 26% – травмы, полученные при работе со строительной техникой (краны, подъемники) – 2 место; 13% – обрушения построек, материалов, приведшие к травмам – 3 место.

Риски могут быть различными, поэтому необходимо систематизировать факторы каждого риска и определить какое умное устройство, какой датчик сможет вовремя сигнализировать, чтобы предупредить наступление опасности. Это можно сделать в виде анкеты, в заполнении которой должны участвовать и рабочие и руководители. А потом систематизация данных сможет служить методикой минимизации рисков травматизма на строительной площадке с помощью использования IoT (таблица 12).

Таблица 12 – Факторы риска травматизма на строительной площадке

| № | Фактор | Содержание мероприятия по предотвращению | IoT – устройство |
|---|--|--|------------------|
| 1 | Опасность поскользнуться | Контроль влажности, образования льда на пути передвижения рабочих, скопления определенных веществ или мелких предметов | |
| 2 | Опасность споткнуться | Контроль скопления предметов, конструкций, мешающих передвижению рабочих на площадке, лестницах, коридорах; повреждений пола или поверхностей для передвижения | |
| 3 | Падение с высоты, включая подъемы и спуски | Организация ограждений, перил, защитных конструкций, безопасных устройств для подъема или спуска, доступа к рабочему месту и передвижению по нему | |
| 4 | Зажатие между предметами | Контроль передвижения крупногабаритных предметов, пересечения передвижения рабочих и предметов | |
| 5 | Опасность остаться в закрытом помещении | Контроль объема путей передвижения рабочих, режимов закрытия и открытия защитных устройств, дверей | |
| 6 | Электрические устройства и статическое электричество | Организация защиты работника от повреждения электрическим током: контроль изоляции инструментов, агрегатов, поверхностей, спецодежды | |
| 7 | Перевозки грузов и иное движение | Организация безопасного передвижения рабочих на строительной площадке, процессов разгрузки и погрузки материалов, передвижения транспорта | |

| № | Фактор | Содержание мероприятия по предотвращению | IoT – устройство |
|----|--|---|------------------|
| 8 | Недостаток или отсутствие кислорода | Контроль хранения и передвижения веществ или грузов, поглощающих кислород | |
| 9 | Опасность попадания в воду | Закупка и организация хранения средств спасения, если строительство имеет отношение к водоему; контроль ограничительных конструкций котлованов и пр. | |
| 10 | Опасности от падения предметов | Организация безопасного хранения колющих, режущих и острых предметов, контроль графика их использования только в безопасных условиях | |
| 11 | Отсутствие средств индивидуальной и коллективной защиты | Закупка и организация хранения средств индивидуальной и коллективной защиты; обеспечение беспрепятственного доступа к ним рабочих в случае возникновения опасной ситуации | |
| 12 | Опасная работа и риск | Контроль использования опасных средств и приемов труда, соблюдения инструкций по безопасности | |
| 13 | Чрезвычайные ситуации и неполадки | Организация профилактических работ по обследованию и ремонту строительной техники и средств труда | |
| 14 | Употребление алкоголя и наркотиков | Организация контроля состояния здоровья работников в процессе рабочего дня | |
| 15 | Недостатки в аварийной сигнализации и средствах спасения | Закупка и организация хранения средств пожаротушения, индивидуальной защиты, спасательных устройств. Контроль исправности работы сигнализации | |
| 16 | Недостатки в системе оказания первой помощи | Закупка и организация хранения средств оказания первой помощи; назначение и обучение лиц, способных ее оказать; доведение информации до каждого рабочего о возможности оказания первой помощи | |

Концепцию приемлемого риска можно представить в матричной форме, расположив по вертикали вероятность возникновения риска, а по горизонтали – тяжесть его последствий. Очевидно, что крайние варианты, касающиеся высокой вероятности рискованных событий, приводящих к самым тяжелым последствиям, окажутся не приемлемыми для любого работодателя (таблица 13). Кроме стандартных мероприятий по управлению рисками травматизма на строительной площадке интернет вещей сегодня предоставляет новые возможности по предотвращению несчастных случаев:

Таблица 13 – Матрица приемлемого риска

| Вероятность | Последствия | | |
|---|---|---|---|
| | Легкие: непродолжительное отсутствие на работе, легкий вред здоровью | Средней тяжести: продолжительное отсутствие на работе, повреждения здоровья средней тяжести | Тяжелые: потеря трудоспособности, летальный исход |
| Малая: опасность возникает редко | 1 – риск малозначительный, приемлемый | 2 – малый риск, приемлемый | 3 – умеренно-приемлемый риск |
| Средняя: опасность возникает часто | 2 – малый риск, приемлемый | 3 – умеренно-приемлемый риск | 4 – высокий риск, не приемлемый |
| Высокая: опасность носит постоянный характер | 3 – умеренно-приемлемый риск | 4 – высокий риск, не приемлемый | 5 – недопустимый, не приемлемый риск |

1) **идентификационные карточки или смарт часы** – позволяют контролировать каждого рабочего на площадке, его передвижения, время пребывания; анализировать ход выполнения работ; 2) **беспилотные летательные аппараты** – позволяют контролировать ход строительного проекта с помощью фото- и видеосъемки; создавать панорамы и 3D-модели кварталов, больших территорий; возможно установление так называемых дронопортов – программно-аппаратных

комплексов для беспилотников при решении глобальных задач мониторинга стройки; 3) **IP-камеры** – можно использовать для контроля процесса строительства изнутри – в он-лайн режиме можно отслеживать все параметры безопасности строительства: количество рабочих и техники на объекте, активность работы, наличие касок, жилетов, средств защиты; есть возможность формирования отчетов для застройщика по безопасности на строительной площадке.

И, конечно, необходимо упомянуть экосистемный подход. Сами по себе умные устройства не обеспечат безопасность строительства и не принесут желаемую экономию времени и средств. Необходимо единое информационное поле, программные комплексы, в которых информация будет анализироваться и храниться.

9) Разработана **методика оценки эффективности реализации AR/VR проектов в строительстве**, состоящая из 8 этапов (формализация ключевых показателей эффективности (KPI) реализации AR/VR проектов; анализ удовлетворенности клиентов использованием результатов проекта; анализ контингента пользователей и особенностей выбора приложений; формализация инструментария оценки эффективности интеллектуального обучения; эффективности (рентабельности) для коммерческих проектов; эффективности технической производительности проекта; анализ результативности проекта на основе обратной связи от пользователей; формализация инструментария оценки конкурентоспособности проекта).

Концепция использования электрического индикатора, который накладывает данные на реальную жизнь, была впервые упомянута автором Л. Фрэнком Баумом в 1901 г. Только в 1990 г. термин «дополненная реальность» был придуман Томасом П. Коделом из компании Boeing.

AR и VR – это два примера многих перспективных технологий, которые в сочетании с другими инновациями, такими как облачное информационное моделирование зданий (BIM), искусственный интеллект (AI) и машинное обучение (ML), произведут революцию в планировании и реализации строительных проектов. Дополненную реальность можно использовать на всех этапах строительного процесса, чтобы **минимизировать непредвиденные обстоятельства при планировании, избежать неприятных сюрпризов на этапе строительства и снизить затраты на обслуживание и ремонт.**

На рисунке 11 представлены особенности использования технологий виртуальной и дополненной реальности в строительстве. Автором разработана **методика оценки эффективности реализации AR/VR проектов в строительстве**, состоящая из 8 последовательных этапов.

Оценить эффективность реализации AR/VR проектов в строительстве традиционным способом – путем измерения соотношения «результатов к затратам» достаточно сложно. Если затратная составляющая еще поддается определению, то переменные, связанные с повышением конкурентоспособности путем привлечения клиентов, маркетинга сложнее поддаются формализации. Здесь более применимым становится определение эффективности через достижение целей строительной организации. Это можно сделать с помощью показателей KPI.

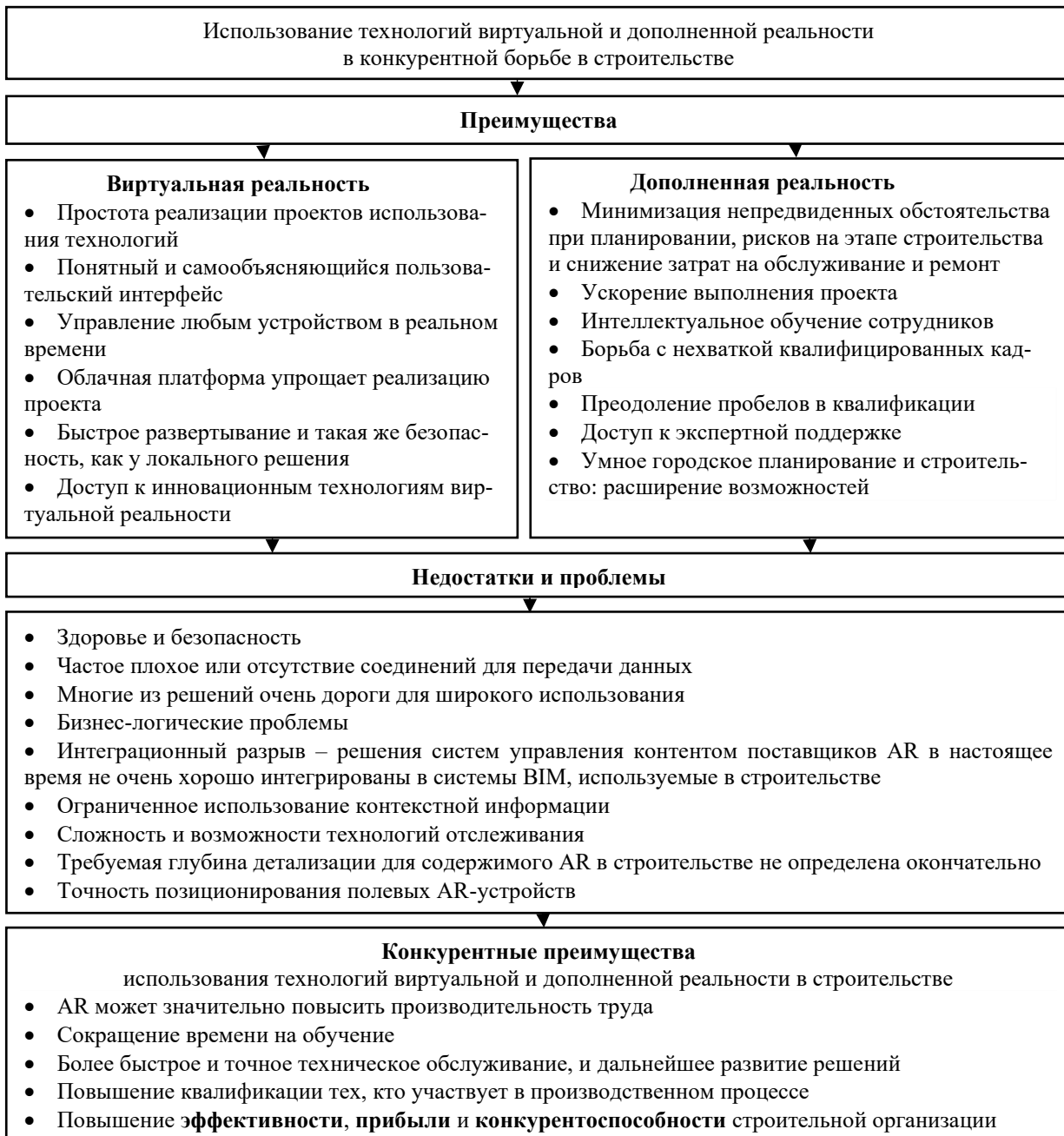


Рисунок 11 – Особенности использования технологий виртуальной и дополненной реальности в строительстве

Этап 1. Формализация ключевых показателей эффективности (KPI) реализации AR/VR проектов. **1.1.** Формализация главных целей проекта (Цп): интеллектуальное обучение сотрудников; преодоление пробелов в квалификации; доступ к экспертной поддержке; экономия времени и затрат на строительство; снижение рисков строительства; привлечение клиентов для осуществления операций с недвижимостью и пр. **1.2.** Выбор соответствующих количественных показателей для измерения этих целей – количество: активных пользователей ($K_{АП}$); времени, проведенного в системе обучения (приложении) ($V_{ОБ}$); действий, выполненных в приложении (уровней, алгоритмов и пр.) ($D_{ПР}$); в долях (%) клиентов, осуществивших покупку недвижимости (показатель конверсии – отношения количества клиентов, совершивших нужное действие к общему числу клиентов) ($K_{КОНВ}$).

Этап 2. Анализ удовлетворенности клиентов использованием результатов проекта (можно применить показатель UX (user experience) – пользовательского опыта). **2.1.** Выбор соответствующих количественных показателей для измерения: индекс потребительской лояльности NPS (Net Promoter Score), показывает рекомендует ли клиент компанию своему кругу общения с оценкой от 0 до 10, (И_{ПЛ}); на основе предыдущего показателя – оценка вероятности повторной покупки от 0 до 100, (В_{ПП}); количество жалоб на ошибки работы системы и возникающие проблемы (К_Ж); при обучении – время выполнения заданий (В_{ВЗ}). **2.2.** Проверка концепции и анализ (У_{КР}): тестирование приложений; осуществление обратной связи с клиентами; проведение опросов, наблюдений и пр.; проведите пользовательские тестирования и соберите обратную связь.

Этап 3. Анализ контингента пользователей и особенностей выбора приложений (анализ взаимодействия клиентов с проектом). **3.1.** Организация мониторинга поведения клиентов, востребованности элементов и функций системы (А_К). **3.2.** Выбор соответствующих количественных показателей для измерения – количество: уникальных клиентов (совершающих повторные покупки, например, или дорогостоящие) (К_У); раз использования приложения в определенный период времени (К_{ИП}); популярных функций и элементов системы (К_{ФЭ}); постоянных клиентов в общем количестве клиентов (%) (показатель retention rate – удержания клиентов) (К_{ПК}).

Этап 4. Формализация инструментария оценки эффективности интеллектуального обучения (для проектов, имеющих целью образование). **4.1.** Организация сбора данных о результатах обучения пользователей и оценка их по принятой шкале до и после завершения обучения (О_{ЭО}). **4.2.** Выбор соответствующих количественных показателей для измерения – %: превышения количества лучших оценок тестов и ответов после завершения обучения (К_{ОЦ}); освоения учебных модулей (О_{УМ}); времени, затраченного на обучение от всего выделяемого на курс времени (В_{ВК}).

Этап 5. Формализация инструментария оценки эффективности (рентабельности) для коммерческих проектов (операции с недвижимостью). **5.1.** Определение в качестве необходимых целевых действий клиентов тех или иных операций с недвижимостью (покупка, продажа и пр.) и осуществление их мониторинга (О_{КП}). **5.2.** Выбор соответствующих количественных показателей для измерения: показатель конверсии (П_К); средний доход от клиента за определенный период времени *ARPU* (*average revenue per user*) (Д_К); валовая прибыль, которую приносит клиент за все время взаимодействия с проектом *LTV* (*Lifetime value*) (П_В); рентабельность инвестиций (*ROI*) (Р_И).

Этап 6. Формализация инструментария оценки эффективности технической производительности проекта (выявление, оценка и устранение технических проблем проекта и клиента). **6.1.** Мониторинг данных о том, как работает приложение, наличии технических проблем и сбоев в работе (О_{ТП}). **6.2.** Выбор соответствующих количественных показателей для измерения: время загрузки приложений – показатель ALT (*App Load Time*) (В_{ЗП}); частота кадров – показатель FPS

(Frames per second) – количество кадров на мониторе в секунду) (Ч_K); количество сбоев в работе приложения ($\text{К}_{СБ}$); время ответа на действия клиента ($\text{В}_{ОТ}$).

Этап 7. Анализ результативности проекта на основе обратной связи от пользователей. **7.1.** Организация постоянного мониторинга удовлетворенности клиентов решениями их проблем в практической деятельности (можно использовать платформы для сбора отзывов (например, Google Play, App Store) (А_P). **7.2.** Выбор соответствующих количественных показателей для измерения – соотношение положительных и отрицательных отзывов по удовлетворенности клиентов результатами: интеллектуального обучения ($\text{У}_{ИО}$); преодоления пробелов в квалификации ($\text{У}_{ПК}$); доступа к экспертной поддержке ($\text{У}_{ЭП}$); экономии времени и затрат на строительство ($\text{У}_{ЭС}$); снижения рисков строительства ($\text{У}_{СР}$); привлечения клиентов для осуществления операций с недвижимостью и пр. ($\text{У}_{ОН}$).

Этап 8. Формализация инструментария оценки конкурентоспособности проекта (на основе сравнения с конкурентами). **8.1.** Анализ объемов реализации конкурентов в соответствующем сегменте рынка, показателей аналогичных проектов, внедрение инструментов бенчмаркинга ($\text{О}_{КОНК}$). **8.2.** Выбор соответствующих количественных показателей для измерения: увеличение доля рынка компании, %, (Д_P); позиция в рейтингах строительных компаний по своему виду деятельности и масштабу) ($\text{Р}_{СК}$); показатель оценки опыта и деловой репутации строительной организации ($\text{П}_{ОР}$); % превышения положительных отзывов клиентов над отрицательным ($\text{К}_{ОТ}$).

Таким образом модель оценки эффективности реализации AR/VR проектов будет выглядеть следующим образом:

$$\text{Э}_{AR/VR} = a_i \text{Ц}_P + a_i \text{У}_{КР} + a_i \text{А}_K + a_i \text{О}_{ЭО} + a_i \text{О}_{КП} + a_i \text{О}_{ТП} + a_i \text{А}_P + a_i \text{О}_{КОНК}, \quad (8)$$

где Ц_P – групповой показатель достижения целей проекта; a_i – вес группы показателей КРІ, определяется для конкретного проекта, $i = [1, 8]$.

$$\text{Ц}_P = a_{1j} \text{К}_{АП} + a_{1j} \text{В}_{ОБ} + a_{1j} \text{Д}_{ПР} + a_{1j} \text{К}_{КОНВ}, \quad (9)$$

где $\text{К}_{АП}$ – количество активных пользователей, ед.; $\text{В}_{ОБ}$ – количество времени, проведенного в системе обучения (приложении), ч. (мин.); $\text{Д}_{ПР}$ – количество действий, выполненных в приложении (уровней, алгоритмов и пр.), ед.; $\text{К}_{КОНВ}$ – доля (%) клиентов, осуществивших покупку недвижимости (показатель конверсии – отношения количества клиентов, совершивших нужное действие к общему числу клиентов), %; a_{1j} – вес единичного показателя КРІ, определяется для группы показателей $\text{Ц}_P, j = [1, 4]$;

$\text{У}_{КР}$ – показатель удовлетворенности клиентов использованием результатов проекта,

$$\text{У}_{КР} = a_{2j} \text{И}_{ПЛ} + a_{2j} \text{В}_{ПП} + a_{2j} \text{К}_Ж + a_{2j} \text{В}_{ВЗ}, \quad (10)$$

где $\text{И}_{ПЛ}$ – индекс потребительской лояльности, показывает рекомендует ли клиент компанию своему кругу общения с оценкой от 0 до 10; $\text{В}_{ПП}$ – оценка вероятности повторной покупки от 0 до 100; $\text{К}_Ж$ – количество жалоб на ошибки работы системы и возникающие проблемы, ед.; $\text{В}_{ВЗ}$ – время выполнения заданий (для проектов обучения), ч. (мин.); a_{2j} – вес единичного показателя КРІ, определяется для группы показателей $\text{У}_{КР}, j = [1, 4]$;

А_K – показатель результатов анализа контингента пользователей и особенностей выбора приложений,

$$\text{А}_K = a_{3j} \text{К}_У + a_{3j} \text{К}_{ИП} + a_{3j} \text{К}_{ФЭ} + a_{3j} \text{К}_{ПК}, \quad (11)$$

где $\text{К}_У$ – уникальных клиентов (совершающих повторные покупки, например, или дорогостоящие), ед.; $\text{К}_{ИП}$ – количество раз использования приложения в определенный период времени, ед.; $\text{К}_{ФЭ}$ – популярных функций и элементов системы, ед.; $\text{К}_{ПК}$ – доля постоянных клиентов в общем количестве клиентов (%); a_{3j} – вес единичного показателя КРІ, определяется для группы показателей $\text{А}_K, j = [1, 4]$;

$\text{О}_{ЭО}$ – показатель оценки эффективности интеллектуального обучения (для проектов, имеющих целью образование),

$$O_{ЭО} = a_{4j} K_{ОЦ} + a_{4j} O_{УМ} + a_{4j} B_{ВК}, \quad (12)$$

где $K_{ОЦ}$ – процент превышения количества лучших оценок тестов и ответов после завершения обучения, %; $O_{УМ}$ – процент освоения учебных модулей, %; $B_{ВК}$ – времени, затраченного на обучение от всего выделяемого на курс времени, %; a_{4j} – вес единичного показателя КРІ, определяется для группы показателей $O_{ЭО}, j = [1, 3]$;

$O_{КП}$ – показатель оценки эффективности (рентабельности) для коммерческих проектов (операции с недвижимостью),

$$O_{КП} = a_{5j} П_{К} + a_{5j} Д_{К} + a_{5j} П_{В} + a_{5j} Р_{И}, \quad (13)$$

где $П_{К}$ – показатель конверсии, %; $Д_{К}$ – средний доход от клиента за определенный период времени, тыс. руб.; $П_{В}$ – валовая прибыль, которую приносит клиент за все время взаимодействия с проектом, тыс. руб.; $Р_{И}$ – рентабельность инвестиций, %. a_{5j} – вес единичного показателя КРІ, определяется для группы показателей $O_{ЭО}, j = [1, 4]$;

$O_{ТП}$ – показатель оценки эффективности технической производительности проекта,

$$O_{ТП} = a_{6j} B_{ЗП} + a_{6j} Ч_{К} + a_{6j} K_{СБ} + a_{6j} B_{ОТ}, \quad (14)$$

где $B_{ЗП}$ – время загрузки приложений, мин. (с); $Ч_{К}$ – частота кадров, ед./с; $K_{СБ}$ – количество сбоев в работе приложения, ед.; $B_{ОТ}$ – время ответа на действия клиента мин. (с); a_{6j} – вес единичного показателя КРІ, определяется для группы показателей $O_{ТП}, j = [1, 4]$;

$A_{Р}$ – показатель результатов анализа результативности проекта на основе обратной связи от пользователей,

$$A_{Р} = a_{7j} Y_{ИО} + a_{7j} Y_{ПК} + a_{7j} Y_{ЭП} + a_{7j} Y_{ЭС} + a_{7j} Y_{СР} + a_{7j} Y_{ОН}, \quad (15)$$

где $Y_{ИО}$ – соотношение положительных и отрицательных отзывов по удовлетворенности клиентов результатами интеллектуального обучения, %; $Y_{ПК}$ – //– преодоления пробелов в квалификации, %; $Y_{ЭП}$ – //– доступа к экспертной поддержке, %; $Y_{ЭС}$ – //– экономии времени и затрат на строительство, %; $Y_{СР}$ – //– снижения рисков строительства, %; $Y_{ОН}$ – //– привлечения клиентов для осуществления операций с недвижимостью и пр., %; a_{7j} – вес единичного показателя КРІ, определяется для группы показателей $A_{Р}, j = [1, 6]$;

$O_{КОНК}$ – показатель оценки конкурентоспособности проекта (на основе сравнения с конкурентами),

$$O_{КОНК} = a_{8j} Д_{Р} + a_{8j} P_{СК} + a_{8j} П_{ОР} + a_{8j} K_{ОТ}, \quad (16)$$

где $Д_{Р}$ – увеличение доля рынка компании, %; $P_{СК}$ – позиция в рейтингах строительных компаний по своему виду деятельности и масштабу, число; $П_{ОР}$ – показатель оценки опыта и деловой репутации строительной организации, число; $K_{ОТ}$ – % превышения положительных отзывов клиентов над отрицательным, %; a_{8j} – вес единичного показателя КРІ, определяется для группы показателей $O_{КОНК}, j = [1, 4]$.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе исследования автором были сделаны следующие **выводы** и сделаны следующие **рекомендации**.

1. Автором были рассмотрены основные подходы к исследованию конкуренции в строительстве и сделан вывод о необходимости дополнения традиционного объективно обусловленного восприятия конкуренции, базирующееся на применении формализуемых переменных, субъективным, базирующимся на таких переменных, как личный опыт, особенности организации и пр. Эволюция конкурентных преимуществ в строительстве происходит в сторону более сложных и комплексных факторов. В свете субъективного восприятия конкуренции, строительные компании, которые будут способными управлять информацией, смогут эффективно формировать новые конкурентные преимущества, адаптироваться к постоянным изменениям рынка.

2. В процессе анализа происходящих революционных тенденций в строительстве, обуславливающих необходимость формирования новых развитых кон-

курентных преимуществ строительных организаций, сделан вывод о необходимости учета возможностей применения ИИ в строительстве, что позволит снизить затраты, сроки и обеспечить надлежащее качество строительства. Строительные организации, которые станут активными на ранней стадии и адаптируют свои стратегии к технологическому развитию, в будущем будут определять направление развития строительной сферы как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе.

2. Изменение ролей и традиционного уклада в строительстве – введение в строительный процесс элементов робототехники, заменяющих какую-то часть трудовых ресурсов – будет способствовать решению формированию новых конкурентных преимуществ строительной компании путем решения ее основных ее вышеуказанных проблем. Таким образом, к преимуществам, например, модульного строительства прибавляются конкурентные преимущества, обеспечиваемые внедрением цифровизации, и опытом промышленного производства.

3. Высокая турбулентность меняющейся экономической ситуации, эволюция стратегий управления, изменение количества субъектов рынка приводят к тому, что современные автоматизированные системы из инструмента, призванного облегчить жизнь сотруднику, превращаются в аналитический инструмент, способный предвидеть риски, управлять ими, предлагать различные решения, способствовать снижению затрат.

4. В процессе исследования понятия устойчивого развития автором был сделан вывод о его выходе за рамки соответствия нормативным требованиям: происходит осознание ограниченности ресурсов и переход к формированию конкурентных преимуществ «экологического» строительства. Устойчивый, глобально и межпоколенческий справедливый баланс между экономическими, экологическими и социальными проблемами может быть достигнут в жилищном строительстве только в том случае, если рассматривать не только отдельные здания, но и города как центры проблем и возможностей для инновационного проектирования поселений.

5. В процессе исследования были выявлены возможности создания интеллектуальной инфраструктуры города, как фактора его устойчивого развития и формирования новых конкурентных условий для строительных организаций. В этой связи представляется актуальным экосистемный подход как путь определения направлений инвестирования в интеллектуальные технологические возможности, которые являются наиболее перспективными для формирования конкурентных преимуществ в условиях цифровизации, в том числе, формирование модели участия строительной организации в экосистеме.

6. По исследованиям Росстата второе место по травматичности занимает именно строительная сфера. Необходимо единое информационное поле, программные комплексы, в которых информация будет анализироваться и храниться. Именно этого не хватает сейчас многим застройщикам, которые не готовы перейти к полному digital-контролю своих ресурсов. Поэтому задача застройщика на сегодняшний день убедиться в ценности предлагаемого подхода, начать с перевода операционных процессов из офлайна в онлайн, продолжить

автоматизацией производства, внедрением IT-решений для контроля эффективности использования всех ресурсов.

7. С одной стороны, строительная сфера испытывает трудности с внедрением цифровых технологий. С другой стороны, такие сферы, как строительство и производство, испытывают нехватку квалифицированных работников.

AR и VR – это два примера многих перспективных технологий, которые в сочетании с другими инновациями, такими как облачное информационное моделирование зданий (BIM), искусственный интеллект (AI) и машинное обучение (ML), произведут революцию в планировании и реализации строительных проектов. AR может значительно повысить производительность труда. Сокращение времени на обучение, более быстрое и точное техническое обслуживание, и дальнейшее развитие решений, а также повышение квалификации тех, кто участвует в производственном процессе, повышают эффективность, прибыль и, следовательно, конкурентоспособность компании.

IV. ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Монографии (25 п. л., авт. 17,63 п. л.):

1. Петухов, М. В. Обеспечение конкурентоспособности строительных организаций в условиях перехода к цифровой экономике. Монография / М. В. Петухов – СПб.: ИД «Петрополис», 2022. – 240 стр. (15 п. л.).
2. Петухов, М. В. Возможности экономико-математического моделирования взаимодействия государства и малого и среднего предпринимательства / М. В. Петухов, И. В. Баранова, А. Т. Зуб, Ж. Г. Петухова, Е. В. Сенченко, Ч. Кай. В книге: Организация эффективного бизнеса: современная модель. Монография // Новосибирск, 2017. – С. 160 (10 п. л.). Авт. С. 29-71. (2,63 п. л.).

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ (14,89 п. л., авт. 10,8 п. л.)

1 квартиля (3,36 п. л., авт. 3,23 п. л.):

1. Петухов, М. В. Бенчмаркинг как основа управления конкурентоспособностью строительной организации / М. В. Петухов // Вестник гражданских инженеров, 2015. – № 4 (51). С. 195-202. (0,94 п. л.).
2. Петухов, М. В. Деловая репутация как фактор повышения конкурентоспособности строительных организаций / М. В. Петухов // Вестник гражданских инженеров, 2015. – № 5 (52). С. 298-305. (0,88 п. л.).
3. Петухов, М. В. Методика оценки реализации конкурентных преимуществ современными промышленными предприятиями / М. В. Петухов, В. Д. Мочалов, Я. В. Мочалова // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. – № 5 (13). С. 248-250. (0,13 п. л., авт. 0,1 п. л.).
4. Петухов, М. В. Обеспечение конкурентоспособности строительных организаций на основе внедрения бенчмаркинга / М. В. Петухов // Вестник гражданских инженеров, 2014. – № 6 (47). – С. 258 – 264. (0,38 п. л.).
5. Петухов, М. В. Анализ существующих подходов к определению и классификации бенчмаркинга как инструмента повышения конкурентоспособности / М. В. Петухов // Экономика и предпринимательство, 2015, № 9. – С. 964 – 969. (0,93 п. л.).

2 квартиля (10,92 п. л., авт. 7,08 п. л.):

6. Петухов, М. В. Анализ конкуренции на российском рынке жилищного строительства в условиях цифровизации / М. В. Петухов, В. В. Асаул // Экономика: вчера, сегодня, завтра, 2024. – Том 14, № 8А. – С. 66 – 76. (0,57 п. л., авт. 0,3).

7. Петухов, М. В. Нейросетевое моделирование в строительстве и сингулярность как предел цифровой трансформации / М. В. Петухов, В. В. Асаул / Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики. Серия Экономика и право, № 12, 2024. – С. 6 – 15. (0,77 п. л., авт. 0,3 п. л.).
8. Петухов, М. В. Применение инструментов искусственного интеллекта в трудоустройстве IT-специалистов: на примере технологии HOWTOWORK / М. В. Петухов, Ж. Г. Петухова // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023. Т. 13. № 1-1. С. 208-215. (0,44 п. л., авт. 0,3 п. л.).
9. Петухов, М. В. Применение алгоритмов интеллектуального поиска для ускорения найма персонала в лице выпускников образовательных учреждений / М. В. Петухов, Ж. Г. Петухова // Финансовые рынки и банки. 2023. № 2. С. 5-8. (0,18 п. л., авт. 0,1 п. л.).
10. Петухов, М. В. Формирование конкурентных преимуществ «экологического» строительства в рамках концепции устойчивого развития / М. В. Петухов // Экономика и предпринимательство. 2022. № 2 (139). С. 936-941. (0,38 п. л.).
11. Петухов, М. В. Экосистемный подход как путь определения направлений формирования конкурентных преимуществ в условиях цифровизации / М. В. Петухов // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2022. Т. 12. № 5-1. С. 459-469. (0,63 п. л.).
12. Петухов, М. В. Применение искусственного интеллекта в менеджменте строительной отрасли / М. В. Петухов, В. В. Асаул, Н. К. Пономарев, А. А. Никулин // Финансовые рынки и банки. 2022. № 1. С. 87-90. (1,0 п. л., авт. 0,4 п. л.).
13. Петухов, М. В. Переход к модульности и сборке компонентов в строительстве как фактор заимствования экономических конкурентных преимуществ промышленного производства / М. В. Петухов // Экономика и предпринимательство. 2021. № 11 (136). С. 1345-1349. (0,31 п. л.).
14. Петухов, М. В. Конкурентные преимущества применения искусственного интеллекта в строительстве: снижение затрат, сроков и обеспечение качества строительства / М. В. Петухов // Экономика и предпринимательство. 2021. № 8 (133). С. 1129-1135. (0,44 п. л.).
15. Петухов, М. В. Изменение ролей и традиционного уклада: развитие робототехники как фактор необходимости изменения подходов к формированию конкурентных преимуществ в строительстве / М. В. Петухов // Экономика и предпринимательство. 2021. № 9 (134). С. 931-936. (0,38 п. л.).
16. Петухов, М. В. Методы анализа инновационного менеджмента организаций, влияние на экономику России / М. В. Петухов, Ж. Г. Петухова // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2021. Т. 11. № 11-1. С. 195-203. (0,5 п. л., авт. 0,25 п. л.).
17. Петухов, М. В. Роль проектных технологий в системе менеджмента организаций / М. В. Петухов // Финансовые рынки и банки. 2021. № 12. С. 15-20. (0,4 п. л.).
18. Петухов, М. В. Совершенствование системы менеджмента качества предприятий / В. В. Асаул, М. В. Петухов // Финансовые рынки и банки. 2021. № 12. С. 40-44. (0,4 п. л., авт. 0,2 п. л.).
19. Петухов, М. В. Нечеткая продукционная модель для отбора потенциально инвестиционных проектов в мультиагентной информационной системе сопровождения проектов инновационных бизнес-инкубаторов / М. В. Петухов, Ж. Г. Петухова, И. С. Беляев // Инновации и инвестиции. 2020. № 11. С. 21-25. (0,4 п. л., авт. 0,13 п. л.).
20. Петухов, М. В. Мультиагентная информационная система сопровождения проектов инновационных бизнес-инкубаторов / М. В. Петухов, И. С. Беляев // Инновации и инвестиции. 2020. № 4. С. 21-27. (1,6 п. л., авт. 0,8 п. л.).
21. Петухов, М. В. Применение функционально ориентированного моделирования для анализа эффективности бизнес-процессов (на примере изготовления швейных изделий) / М. В. Петухов, Л. Н. Бодрякова, С. Х. Мухаметдинова // Наука о человеке: гуманитарные исследования. 2020. Т. 14. № 3. С. 174-181. (0,44 п. л., авт. 0,1 п. л.).
22. Петухов, М. В. Развитие системы бизнес-акселераторов, как инструмента интенсивного развития малого и среднего предпринимательства / М. В. Петухов, Ж. Г. Петухова, А. А. Новаков // Инновации и инвестиции. 2017. № 11. С. 34-39. (0,4 п. л., авт. 0,2 п. л.).

23. Петухов, М. В. Проблемы, возникающие в процессе осуществления государственной поддержки малого и среднего предпринимательства в строительстве / М. В. Петухов, Ж. Г. Петухова, А. А. Новаков // Инновации и инвестиции. 2017. № 12. С. 171-175. (0,32 п. л., авт. 0,18 п. л.).

24. Петухов, М. В. Обеспечение безопасности и качества строительной продукции – неотъемлемый фактор повышения конкурентоспособности строительной организации / М. В. Петухов, Ж. Г. Петухова // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2016. № 9. С. 195-206. (0,7 п. л., авт. 0,35 п. л.).

25. Петухов, М. В. Анализ существующих подходов к определению и классификации бенчмаркинга как инструмента повышения конкурентоспособности / М. В. Петухов // Экономика и предпринимательство, 2015, № 9. – С. 964 – 969. (0,93 п. л.).

3 квартiля (0,61 п. л., авт. 0,49 п. л.):

26. Петухов, М. В. Переход к децентрализованной модели образования: альтернатива традиционному высшему образованию в России / М. В. Петухов, Ж. Г. Петухова // Современное педагогическое образование. 2023. № 6. С. 25. (0,3 п. л., авт. 0,18 п. л.).

27. Петухов, М. В. Конкурентные преимущества цифровизации для оптимизации строительного процесса – эффективное использование ресурсов данными системами ERP и CRM / М. В. Петухов // Московский экономический журнал. 2022. Т. 7. № 4. (0,31 п. л.).

В других печатных изданиях (3,16 п. л., авт. 1,81 п. л.):

28. Петухов, М. В. Управление карьерой персонала в системе менеджмента современных компаний / М. В. Петухов, Ж. Г. Петухова // Актуальные вопросы современной экономики. 2022. № 1. С. 52-62. (0,8 п. л., авт. 0,4 п. л.).

29. Петухов, М. В. Управление компании с помощью аутсорсинга / М. В. Петухов // Актуальные вопросы современной экономики. 2022. № 1. С. 63-69. (0,56 п. л.).

30. Петухов, М. В. Искусственный интеллект в геотехническом мониторинге: настоящее и будущее / М. В. Петухов, Ж. Г. Петухова, И. С. Беляев // Научный вестник Арктики. 2022. № 13. С. 43-47. (0,31 п. л., авт. 0,1 п. л.).

31. Петухов, М. В. Концепция развития Smart City в Европе в условиях новых глобальных вызовов / В. В. Асаул, М. В. Петухов // Научный вестник Арктики. 2021. № 10. С. 42-47. (0,3 п. л., авт. 0,15 п. л.).

32. Петухов, М. В. Влияние изменения климата на несущую способность зданий / М. В. Петухов, Ж. Г. Петухова // Научный вестник Арктики. 2021. № 11. С. 35-41. (0,3 п. л., авт. 0,15 п. л.).

33. Петухов, М. В. Разработка цифровой платформы для восстановления экосистем и лесных земель "Save The Tree" / М. В. Петухов, Т. Е. Варламова // Культура. Наука. Производство. 2020. № 5. С. 107-109. (0,31 п. л., авт. 0,16 п. л.).

34. Петухов, М. В. Успехи и проблемы г. Норильска, построенного на широтах крайнего севера в условиях распространения вечной мерзлоты / М. В. Петухов, Ж. Г. Петухова // Научный вестник Арктики. 2019. № 7. С. 44-46. (0,13 п. л., 0,07 п. л.).

35. Петухов, М. В. Роль государства, науки и предпринимательства в концепции «Тройной спирали» / М. В. Петухов, Ж. Г. Петухова // Научный вестник Арктики. 2018. № 3. С. 63-69. (0,44 п. л., авт. 0,22 п. л.).

36. Петухов, М. В. Проблемы обеспечения конкурентоспособности строительных организаций в условиях динамично развивающейся окружающей среды / М. В. Петухов // Научный вестник Норильского индустриального института. 2016. № 16. С. 83-95. (0,31 п. л., авт. 0,15 п. л.).

Конференции и семинары (3,21 п. л., авт. 2,64 п. л.):

37. Петухов, М. В. Жизненный цикл информационных систем / М. В. Петухов, Ж. Г. Петухова // Научный потенциал Норильского промышленного района – XXI век. Сборник научных трудов. Норильск, изд-во Норильского индустриального института, 2011. – С. 26 – 30. (0,31 п. л., авт. 0,1 п. л.).

38. Петухов, М. В. Качественные методы моделирования моделей функционирования организаций / М. В. Петухов, А. И. Мониц // Научный потенциал Норильского промышленного района – XXI век. Сборник научных трудов. Норильск, изд-во Норильского индустриального института, 2011. – С. 30 – 35. (0,38 п.л., авт. 0,25 п.л.).
39. Петухов, М. В. Современные корпоративные информационные системы / М. В. Петухов, А. И. Мониц // Научный потенциал Норильского промышленного района – XXI век. Сборник научных трудов. Норильск, изд-во Норильского индустриального института, 2011. – С. 35 – 38. (0,25 п. л., авт. 0,8 п. л.).
40. Петухов, М. В. Исследование опыта развития «Умных городов» в странах Европы / В. В. Асаул, М. В. Петухов // В сборнике: «Экономика и управление: тенденции и перспективы». Материалы II Межвузовской ежегодной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, Изд-во СПбГАСУ. 2021. С. 3-11. (0,5 п. л., авт. 0,25 п. л.).
41. Петухов, М. В. Анализ существующих подходов к определению и классификации бенчмаркинга как инструмента повышения конкурентоспособности / М. В. Петухов // В сборнике: Эффективные строительные композиты. Научно-практическая конференция к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук Баженова Юрия Михайловича. Белгород, изд-во Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. 2015. С. 492-503. (0,69 п. л.).
42. Петухов, М. В. Бенчмаркинг для повышения эффективности строительных организаций / М. В. Петухов, Ж. Г. Петухова // Таймырские чтения – 2016: сборник статей. Норильск, изд-во: Норильского индустриального института, 2016. – С. 206-208. (0, 13 п. л., авт. 0,07 п. л.)
43. Петухов, М. В. Информационно-аналитическая система «Мониторинг технического состояния зданий и сооружений Норильского промышленного района» / М. В. Петухов, Ж. Г. Петухова // Международный конкурс-семинар «Таймырские чтения – 2013». Сборник статей Часть 1. Норильск, изд-во: Норильского индустриального института, 2013. – С. 95 – 97. (0,95 п. л., авт. 0,48 п. л.).