

## ВЛИЯНИЕ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ НА ФИНАНСОВЫЕ РИСКИ КОМПАНИЙ-ЗАСТРОЙЩИКОВ

**Лукичёв Максим Александрович**

Аспирант Московского университета «Синергия»

SPIN-код: 4444-1679

В статье исследуется влияние институциональных факторов на финансовые риски, с которыми сталкиваются компании-застройщики многоквартирного жилья. На базе обзора литературы и логико-функционального анализа предлагается фасетно-иерархическая классификация факторов, включающая внешние факторы (макроэкономические, законодательные, цифровые, рыночные и отраслевые), а также конечные последствия, формируемые индивидуальными характеристиками компании (корпоративное управление, структура проектов, финансовая политика и другие). Особое внимание уделяется роли цифровизации как ключевого институционального элемента, способствующего повышению операционной эффективности и снижению финансовых рисков. Научным результатом настоящего исследования является разработка классификации, которая описывает механизмы взаимодействия институциональных факторов и их практические следствия для управления рисками, связанными с деятельностью застройщиков. Предложенная классификация предоставляет возможность формирования инструментария для ранжирования рисков, проектной сегментации, а также разработки адаптивных мер управления и страхования, что, в свою очередь, может существенно повысить устойчивость застройщиков к финансовым вызовам.

**Ключевые слова:** институциональные факторы, цифровизация, финансовые риски, застройщики многоквартирного жилья.

## THE IMPACT OF INSTITUTIONAL FACTORS ON THE FINANCIAL RISKS OF REAL ESTATE DEVELOPERS

**Lukichev Maxim Alexandrovich**

Postgraduate student of the Moscow University "Synergy"

*The impact of institutional factors on the financial risks of real estate developers*  
*Annotation*  
 The article examines the impact of institutional factors on the financial risks faced by apartment building companies. Based on the literature review and logical and functional analysis, a faceted hierarchical classification of factors is proposed, including external factors (macroeconomic, legislative, digital, market and industry), as well as the final consequences formed by the individual characteristics of the company (corporate governance, project structure, financial policy and others). Special attention is paid to the role of digitalization as a key institutional element contributing to increased operational efficiency and reduced financial risks. The scientific result of this study is the development of a classification that describes the mechanisms of interaction of institutional factors and their practical consequences for managing risks associated with the activities of developers. The proposed classification provides an opportunity to form tools for risk ranking, project segmentation, as well as the development of adaptive management and insurance measures, which, in turn, can significantly increase the resilience of developers to financial challenges.

**Keywords:** institutional factors, digitalization, financial risks, developers of multi-apartment housing.

Деятельность застройщиков многоквартирного жилищного сегмента характеризуется высокой капиталоёмкостью, длительными инвестиционными циклами и участием множества заинтересованных сторон (инвесторы, покупатели, банки, органы власти, подрядчики). В таких условиях институциональные факторы – формальные правила, нормативы, цифровые инфраструктуры и сложившиеся нормы практики оказывают существенное влияние на формирование и проявление финансовых рисков компаний-застройщиков.

В мировой и российской литературе риск-менеджмент в строительстве рассматривается как междисциплинарная задача, охватывающая технические, организационные и финансовые аспекты, одновременно наблюдается рост интереса к изучению влияния цифровых трансформаций на финансовую устойчивость компаний отрасли [1].

Цель статьи – систематизировать институциональные факторы, выделить их уровни влияния, показать роль цифровизации как самостоятельного институционального драйвера и предложить практическую классификацию факторов финансовых рисков застройщиков, пригодную для использования в аналитических и управлеченческих процессах. Для достижения цели использованы методы синтеза литературы, логической дедукции и фасетно-иерархической кластеризации факторов. В работе также рассматривается новизна предложенной классификации относительно существующих подходов и её прикладные возможности.

#### Основная часть

Институциональные факторы понимаются как совокупность формальных и неформальных правил, норм, стандартов и инфраструктуры, которые определяют рамки экономического взаимодействия (право, нормативы, технические стандарты, цифровая инфраструктура, корпоративные практики) и влияют на принятие решений субъектами. В контексте застройщиков институциональные факторы формируют стоимость соблюдения требований, скорость входа на рынок, доступ к финансированию и уровень правовой защиты [2].

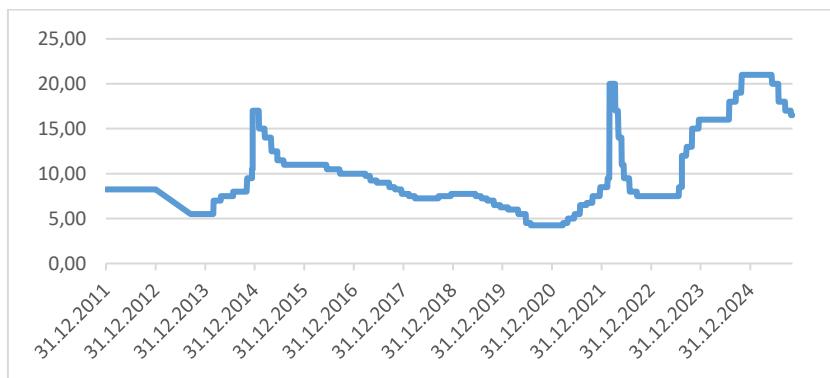
Можно идентифицировать различия между факторами макроуровня (экономические циклы, монетарная политика и прочие), отраслевыми (спрос на жильё, цены на материалы и прочие) и корпоративными (структура финансирования, корпоративное управление, проектный портфель и прочие).

Институциональные факторы действуют на финансовые риски через несколько каналов:

- финансовый – доступность кредита, процентные ставки, требования к капиталу, регулирование банковской системы;
- правовой – защита прав собственности, судебная практика разрешения споров, разрешительные процедуры и стандарты строительства;
- рыночно-технический – стандарты техпроцессов, требования к сертификации, логистическая инфраструктура;
- информационно-технологический – цифровизация процессов, электронные реестры, платформы финансирования, что влияет на прозрачность и транзакционные издержки [2].

Каждый из перечисленных каналов способен усиливать либо уменьшать отдельные компоненты финансового риска (ликвидность, кредитный, рыночный и валютный риски).

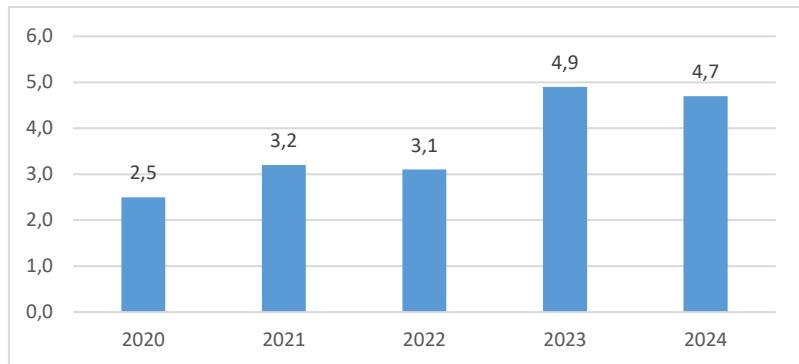
Рост ключевой ставки Банка России (рисунок 1), как мера борьбы с высокой инфляцией, способствовал снижению объемов продаж в стоимостном выражении в 2024 году (рисунок 2).



Источник: составлено автором по данным cbonds [3]

**Рисунок 1 – Ключевая ставка Банка России**

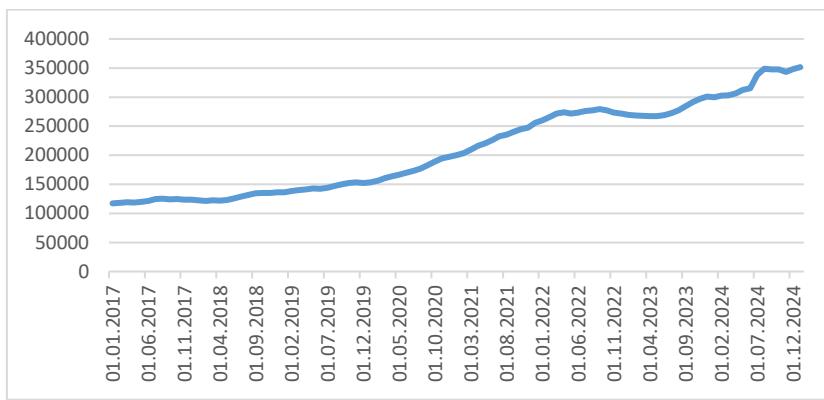
При этом, согласно данным Сбербанка, цены сделок на первичном рынке на жилую недвижимость выросли в 3 раза за последние 9 лет, что отражено на рисунке 3.



Источник: составлено автором по данным Росстата [4]

**Рисунок 2 – Объем продаж МКД в России в стоимостном выражении, трлн. руб.**

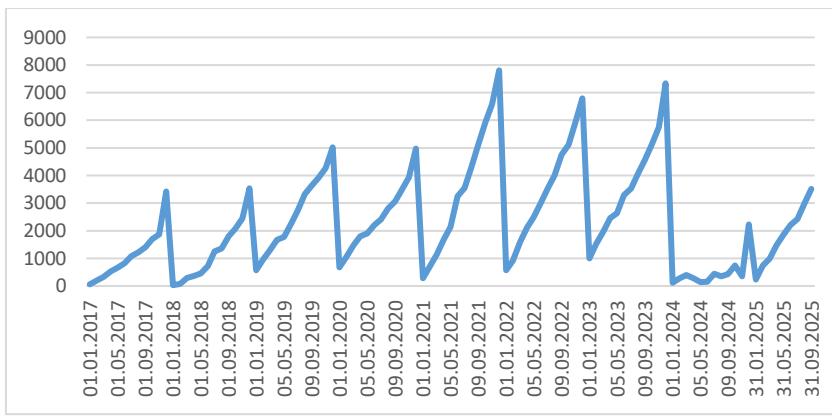
Наметившийся в 2025 году тренд на снижение ключевой ставки Банком России способствовал развороту падающего тренда на рынке первичной жилой недвижимости.



Источник: составлено автором по данным Сбера [5]

**Рисунок 3 – Средние цены сделок на первичном рынке недвижимости г. Москвы, руб. за кв. м.**

Согласно данным Росстата, в Москве за период с января по сентябрь 2025 года зафиксирован рост ввода многоквартирных домов застройщиками на 35,9% (рисунок 4).

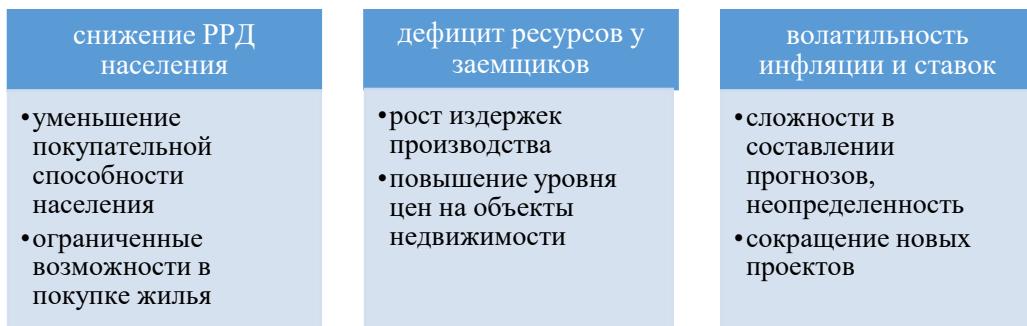


Источник: составлено автором по данным ЕРЗ [6]

**Рисунок 4 – Динамика ввода многоквартирных домов застройщиками накопленным итогом в Москве, тыс. кв. м.**

Однако аналитики агентства «Эксперт РА» предполагают, что запуск новых проектов на рынке жилья в 2026 году будет сокращаться по сравнению со средним значением за предыдущие периоды [4], что связано с отменой безадресной льготной ипотеки с 2024 года, а также

медленным снижением ключевой ставки. В качестве основных рисков рынка жилищного строительства специалисты выделяют следующие основные и сопутствующие (рисунок 5).



Источник: составлено автором по данным [7]

**Рисунок 5 – Факторы риска на рынке жилищного строительства**

Помимо макроэкономического, рыночного и отраслевого институционального аспектов, отдельно рассмотрим информационно-технологический. Цифровизация представляет собой не просто технологический тренд. В институциональном контексте она выступает как фактор, меняющий правила игры: снижает транзакционные издержки, повышает прозрачность, ускоряет информационные потоки, изменяет качество контрактов и взаимодействий в цепочках поставок. В строительной отрасли цифровые технологии включают BIM (Building Information Modeling), электронные реестры прав на объекты, платформы «эскроу-счетов» и цифровые платформы управления проектами. Современные исследования указывают, что цифровизация в строительстве остаётся фрагментированной, но уже даёт эффект по снижению рисков поставок и улучшению прогнозируемости затрат [8]. Однако цифровизация одновременно создаёт новые технологические риски: недоработки в цифровых моделях, киберриски, технологическая зависимость от поставщиков решений, риск неправильной интеграции данных между подрядчиками и застройщиком. Следовательно, цифровизация выступает как многоаспектный институциональный фактор, имеющий двустороннее влияние на финансовую устойчивость [8].

Классификация факторов финансовых рисков.

Классификация выстроена в иерархическом – фасетно-иерархическом ключе: выделены уровни (первичный/системный, вторичный/рыночный) и третья группа представлена внутренними характеристиками компании. Такой подход позволяет формально отделить общую среду от отраслевых механизмов и от эффектов, реализующихся в конкретной компании. Подобный фасетно-иерархический подход применяется в исследованиях классификаций рисков и климатических факторов и удобен для ранжирования и управления рисками [9].

Ниже представлена таблица 1 с классификацией факторов финансовых рисков и кратким пояснением механизмов их воздействия.

Таблица 1.

**Классификация факторов финансовых рисков застройщиков**

Уровень / Класс фактора	Конкретные факторы	Механизмы воздействия на финансовые риски
I. Системные факторы (первого порядка)	<p>1.Макроэкономические: экономический цикл, инфляция, ставка Банка России, валютные колебания;</p> <p>2. Законодательные/регуляторные: нормы градостроительства, налогообложение, защита прав дольщиков, требования к эскроу-счетам;</p> <p>3. Цифровые (институциональная цифровизация): наличие/качество цифровой инфраструктуры, электронные реестры, цифровая отчетность.</p>	<p>Формируют базовую вероятность снижения доходов/роста затрат, влияют на стоимость капитала и кредитный доступ; цифровые институты влияют на прозрачность и транзакционные издержки; законодательные изменения могут резко трансформировать модели финансирования.</p>

II. Рыночные и отраслевые факторы (второго порядка)	1. Спрос на жильё; 2. Цены на материалы и строительную технику; 3. Конкуренция и барьеры входа; 4. Логистика и цепочки поставок.	Проявляются как волатильность выручки, удорожание проектов, удлинение циклов строительства; зависят от I уровня (например, при высоких ставках спрос падает).
III. Факторы компаний (опосредующие)	1. Структура портфеля проектов (микс по районам, ценовым сегментам); 2. Финансовая политика (леверидж, консерватизм кредитования); 3. Корпоративное управление и комплаенс. 4. Проектный менеджмент и цифровая зрелость.	Определяют чувствительность и эластичность компании к внешним шокам; влияют на способность реструктурировать долг, привлекать инвестиции и контролировать затраты.

Источник: разработано автором

Проиллюстрируем механизмы трансформации уровней факторов финансовых рисков. Рост ставок Банка России (I) приводит к удорожанию привлекённого капитала, что сокращает спрос (II) и компании с высокой долей краткосрочного долга и большим долей предоплаты рискуют ухудшить ликвидность (III). Более подробно данные механизмы рассмотрены в исследовании Srinivasan N.P. [10].

Введение механизмов эскроу-счетов (I) изменило схемы финансирования жилых проектов, снижая прямой доступ застройщиков к средствам покупателей (II) и компании, не имеющие резервного финансирования или гибких кредитных линий, испытывают дефицит оборотного капитала (III). В России такие регулятивные изменения ранее существенно повлияли на структуру финансирования отрасли [11].

С распространением BIM и цифровых платформ (I) повышается точность планирования, сокращаются перерасходы на этапе строительства (II снижение рисков на этапе строительства), но возрастает технологическая зависимость и киберриски (III – потребность в ИТ-инфраструктуре и страховании). Также эмпирические обзоры указывают на смешанный эффект: цифровизация снижает некоторые операционные риски, одновременно создавая новые классы рисков [8].

Сравнивая предлагаемую классификацию с существующими системами идентификации финансовых рисков, можно выделить ее ключевые отличия:

- институциональное ранжирование. Существующие классификации [12] фокусируются на проектных/операционных рисках; предложенная классификация первично выделяет институциональные факторы (макро, законодательные, цифровые) как формирующую среду, что делает акцент на причинно-следственных связях, а не только на детектировании проявлений риска. Это позволяет перейти от реактивного управления к проактивной институциональной адаптации;

- включение цифровизации как самостоятельного институционального фактора. В современных обзорах цифровизация либо рассматривается как технологический тренд, либо как инструмент управления проектом; в данной классификации цифровизация уравнена с макроэкономическими и законодательными институтами и рассматривается как драйвер системного изменения правил игры (изменяет рыночную структуру и доступ к финансированию), что важно для оценки долгосрочных трансформаций отрасли [13];

- опосредование через характеристики компаний. Предлагаемая классификация подчёркивает роль внутренних характеристик компаний как фильтра и усилителя внешних шоков, что даёт практическую схему для сегментации фирм по уязвимости и настройки мер управления (страхование, диверсификация портфеля, цифровая трансформация). Такой подход расширяет инструментарий от проектного к корпоративному риск-менеджменту [2].

Предложенная классификация может быть использована в трёх сценариях:

- ранжирование рисков и стресс-тестирование. Моделирование сценариев по выбранным показателям факторов (повышение ставки, изменение регуляции, сбой цифровой платформы) и оценка влияния на ключевые финансовые показатели (ликвидность, коэффициенты обслуживания долга, операционную прибыль до уплаты процентов, налогов и амортизации – EBITDA). Классификация помогает выбрать релевантное финансовое решение;

- проектная сегментация. При инвестиционном отборе проектов учитывать профиль институциональной уязвимости конкретного региона/сегмента (например, высокий риск задержек из-за муниципальных процедур, низкая цифровая зрелость подрядчиков). Это позволяет корректировать требуемые нормы доходности и условия финансирования;

- политика корпоративного хеджирования и страховки. Разделяя факторы финансовых рисков по уровням, компания может комбинировать инструменты: макрориски – стратегические (резервные линии, долгосрочные хедж-контракты), отраслевые – операционные (страхование подрядчиков, индексация контрактов), внутренние – управление (улучшение корпоративного управления, повышение цифровой зрелости) [14].

Предложенная классификация носит концептуальный характер и требует эмпирической валидации: панельные данные по компании/региону позволят количественно оценить вклад каждого уровня факторов в изменение ключевых финансовых показателей застройщиков.

Рассмотрим условный пример практического применения классификации в виде матрицы скоринга, где каждая ячейка оценивается по шкале 1–5.

Таблица 2

**Пример матрицы оценки финансовой уязвимости компании-застройщика**

Критерий	Уровень	Описание	Вес
Макроуровень уязвимости	I	Как сильно компания чувствительна к изменению ставки	0,2
Регуляторный фактор (правила эскроу /лицензирование)	I	Вероятность и масштаб регуляторных изменений	0,20
Цифровая зрелость	I	Наличие BIM, ERP, кибербезопасности	0,15
Рыночный спрос в регионах проектов	II	Эластичность спроса по цене	0,15
Цены на ключевые материалы	II	Доля стоимости материалов в общей себестоимости	0,10
Финансовая устойчивость (DSCR, текущая ликвидность)	III	Показатели кредитоспособности	0,20

Источник: разработано автором

Итоговый скоринг финансового риска может быть рассчитан как сумма оценок критериев  $i$ , умноженные на вес уровня фактора. Компоненты агрегированы и преобразованы в ранговые шкалы 0-1 (чем выше – тем более компания финансово уязвима). На рис. 6. представлен пример распределения баллов скоринга финансовой уязвимости застройщиков.



Источник: разработано автором по данным [15]

**Рисунок 6 – Пример распределения баллов скоринга финансовой уязвимости российских публичных компаний-застройщиков**

Роль цифровизации в управлении финансовыми рисками.

На основании обзора современных исследований и практик применения цифровых технологий (BIM, цифровые реестры, платформы финансирования) предлагаются практические рекомендации застройщикам:

- инвестиции в цифровую зрелость. наращивание BIM-компетенций и интеграция с ERP/финансовыми системами для улучшения прогнозирования затрат и денежных потоков [16];
- кибер- и технологическое страхование. Введение политики страхования цифровых рисков, резервов на восстановление данных и резервных каналов управления [8];

- использование цифровых платформ для снижения рисков. Платформы позволяют отслеживать поставки в реальном времени, управлять инвентарём и оптимизировать графики поставок, что снижает вероятность удорожания проектов [17].

Однако не все элементы цифровизации имеют однозначно позитивный эффект. Необходимо отдельное исследование, по квази-экспериментальной оценке, влияния конкретных цифровых инструментов (BIM, цифровые платёжные реестры, платформы поставок) на показатели доходности и ликвидности [8].

Предложенная фасетно-иерархическая классификация институциональных факторов и связанных с ними финансовых рисков для компаний-застройщиков выделяет три уровня: системные факторы первого порядка (макроэкономика, законодательство и цифровизация), рыночные и отраслевые факторы второго порядка и характеристики компании-застройщика. Научным вкладом являются формализация роли цифровизации как институционального фактора, сопоставимого по силе влияния с макроэкономикой и регулятивной средой, постановка причинно-следственных связей между уровнями факторов, что позволяет прогнозировать не только проявления рисков, но и механизмы их передачи, практические рекомендации по использованию классификации в стресс-тестах, распределении капитала и настройке риск-хеджирования.

Компании-застройщики должны рассматривать цифровизацию не только как инструмент оптимизации затрат, но и как фактор институционального характера, формирующий новые правила взаимодействия с рынком и регулятором. Инвестиции в цифровизацию и продуманная страховая политика становятся элементами устойчивости в контексте меняющейся институциональной среды. Предложенная классификация может помочь менеджерам и инвесторам систематически оценивать финансовую уязвимость и принимать превентивные решения.

Более подробное исследование практической реализации предложенной классификации факторов финансовых рисков и конкретных показателей, идентифицирующих эти риски, будет рассмотрено в последующих публикациях.

#### Список использованных источников и литературы

1. Zhao, X. Construction risk management research: intellectual structure and emerging themes // International Journal of Construction Management. – 2023. – Vol. 24, Iss. 4. – P. 1-11. – DOI: 10.1080/15623599.2023.2167303 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15623599.2023.2167303> (дата обращения: 06.11.2025)
2. Li, L., Martek, I., Chen, C. Institutional Factors Impacting on International Construction Market Selection: Evidence from Chinese Contractors // Buildings. – 2022. – Vol. 12, Iss. 5. – Art. 543. – DOI: 10.3390/buildings12050543 [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/360173634\\_Institutional\\_Factors\\_Impacting\\_on\\_International\\_Construction\\_Market\\_Selection\\_Evidence\\_from\\_Chinese\\_Contractors](https://www.researchgate.net/publication/360173634_Institutional_Factors_Impacting_on_International_Construction_Market_Selection_Evidence_from_Chinese_Contractors) (дата обращения: 06.11.2025).
3. Cbonds. Финансовые индексы и аналитика [Электронный ресурс]. – URL: <https://cbonds.ru/indexes/21755/> (дата обращения: 06.11.2025).
4. Эксперт.Р.А. Жилищное строительство [Электронный ресурс]. – URL: [https://raexpert.ru/researches/housing\\_const\\_2025/](https://raexpert.ru/researches/housing_const_2025/) (дата обращения: 06.11.2025).
5. SberIndex. Динамика цен по фактическим сделкам, первичный рынок [Электронный ресурс]. – URL: [https://sberindex.ru/ru/dashboards/real\\_estate\\_deals](https://sberindex.ru/ru/dashboards/real_estate_deals) (дата обращения: 06.11.2025).
6. ЕРЗ.РФ. Ввод многоквартирных домов застройщиками в Москве за январь–сентябрь 2025 года [Электронный ресурс]. – URL: [https://erzrf.ru/news/rosstat\\_vvod\\_mnogokvartirnyh\\_domov\\_zastrojschikami\\_v\\_moskve\\_za\\_yanvarya\\_sentyabry\\_2025\\_goda\\_vyros\\_na\\_35\\_9\\_prosentov\\_grafiki?tag=Доступность%20жилья](https://erzrf.ru/news/rosstat_vvod_mnogokvartirnyh_domov_zastrojschikami_v_moskve_za_yanvarya_sentyabry_2025_goda_vyros_na_35_9_prosentov_grafiki?tag=Доступность%20жилья) (дата обращения: 06.11.2025).
7. Ключевые изменения в нормативное регулирование сфер строительства и ЖКХ в 2025 году/<https://www.minstroyrf.ru/press/klyuchevye-izmeneniya-v-normativnoe-regulirovaniye-sferi-stroitelstva-i-zhkhk-v-2025-godu/> (дата обращения: 06.11.2025)
8. Vararean-Cochisa, D., Crisan, E. The digital transformation of the construction industry: a review // IIM Ranchi Journal of Management Studies. – 2024. – Vol. 4, Iss. 1. – DOI: 10.1108/IRJMS-04-2024-0035 [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/386139626\\_The\\_digital\\_transformation\\_of\\_the\\_construction\\_industry\\_a\\_review](https://www.researchgate.net/publication/386139626_The_digital_transformation_of_the_construction_industry_a_review) (дата обращения: 06.11.2025).

9. Михеев, П. Н. Фасетно-иерархический подход к классификации климатических рисков в контексте экономической деятельности предприятия / П. Н. Михеев // Проблемы анализа риска. – 2022. – Т. 19, № 6. – С. 34-49. – DOI 10.32686/1812-5220-2022-19-6-34-49. – EDN NMIDCW. URL: <https://www.risk-journal.com/jour/article/view/654>
10. Srinivasan, N.P., Dinesh, A., Munshi, S., Karthick, A. Factors influencing financial risk management in construction projects // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol. 1125, Iss. 1. – Art. 012025. – DOI: 10.1088/1755-1315/1125/1/012025 [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/366675827\\_Factors\\_influencing\\_financial\\_risk\\_management\\_in\\_construction\\_projects](https://www.researchgate.net/publication/366675827_Factors_influencing_financial_risk_management_in_construction_projects) (дата обращения: 06.11.2025).
11. Sternik S. G. Real estate market and its development trends // Organization of construction and real estate development [Electronic resource] : collection of materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 90th anniversary of the Department of Construction Organization and Real Estate Management of NRU MGSU (Moscow, March 18, 2021) / Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Department of Construction Organization and Real Estate Management. – Electronic data and program (23 Mb). – Moscow : MISI – MGSU Publishing House, 2021. – Access mode: [https://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkro-dostupa/2021/Sbornik\\_Organizaciya-stroitelstva\\_Development\\_2021\\_1.pdf](https://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkro-dostupa/2021/Sbornik_Organizaciya-stroitelstva_Development_2021_1.pdf) (date of access: 06.11.2025).
12. Maseko C. M. Identification of risk factors affecting construction of projects: the case of emerging economy // Risk Governance and Control: Financial Markets & Institutions. 2017. Vol. 7, No. 4-2. P. 246-259. DOI: 10.22498/rgc7i4c2art7. URL: <https://virtusinterpress.org/IMG/pdf/rgc7i4c2art7.pdf> (дата обращения: 06.11.2025).
13. RICS. Digitalisation in construction report 2024[Электронный ресурс]. – URL: <https://build-up.ec.europa.eu/en/resources-and-tools/publications/digital-adoption-construction-2024-status> (дата обращения: 06.11.2025).
14. Nwafor M. Mitigating uncertainty: Analyzing the role of risk management in the construction industry / M. Nwafor; Harrisburg University of Science and Technology. – Harrisburg, 2024. – URL: [https://digitalcommons.harrisburgu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1021&context=dandt&utm\\_sou-rce](https://digitalcommons.harrisburgu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1021&context=dandt&utm_sou-rce) (дата обращения: 06.11.2025).
15. Financemarker. Финансовые данные и аналитика [Электронный ресурс]. – URL: <https://financemarker.ru/stocks/MOEX/SMLT/> (дата обращения: 06.11.2025).
16. Rinchen S., Banihashemi S., Alkilani S. Driving digital transformation in construction: Strategic insights into building information modelling adoption in developing countries // Project Leadership and Society. – 2024. – Vol. 5. – Art. 100138. – DOI: 10.1016/j.plas.2024.100138. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666721524000231> (дата обращения: 06.11.2025).
17. Han Z., Wang Z. Digitalization and supply chain finance risk: Evidence from listed firms in the construction industry // Finance Research Letters. – 2025. – Vol. 74. – Art. 106726. – DOI: 10.1016/j.frl.2024.106726. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1544612324017550> (дата обращения: 06.11.2025).