

УДК 725.8
EDN: RDBAUV

[https://doi.org/10.37538/0005-9889-2026-3-\(634\)-77-83](https://doi.org/10.37538/0005-9889-2026-3-(634)-77-83)

Ф.Б. АБДУЛЛАЕВ¹, ЧУРИКОВА В.И.¹

¹ ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет». Москва, Российская Федерация

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ РИСКОВ

Аннотация

Введение. Проектирование гражданских зданий в современных условиях сопровождается ростом технических рисков, обусловленных усложнением конструктивных решений, нормативной неопределенностью и ограниченным внедрением цифровых технологий. Актуальной задачей становится повышение надежности и безопасности проектных решений с учетом системных проблем отрасли, связанных с недостаточной интеграцией риск-анализа и дефицитом квалифицированных кадров.

Цель. Определить направления совершенствования методологии проектирования гражданских зданий в условиях возникновения технических рисков, включая развитие риск-ориентированных подходов, внедрение BIM-технологий и повышение качества нормативно-технической базы.

Материалы и методы. В работе использованы методы системного, структурного и сравнительного анализа, а также дано обобщение научных публикаций, нормативных документов и практических материалов, отражающих современные тенденции инженерно-строительного проектирования.

Результаты. Выявлены ключевые факторы, влияющие на возникновение технических рисков в проектировании гражданских зданий, а также определены основные ограничения существующей практики: фрагментарность нормативной базы, недостаточная интеграция риск-ориентированных методик и ограниченное применение цифрового моделирования. Сформулированы перспективные направления развития проектной деятельности, включающие внедрение цифровых двойников зданий, расширение применения информационного моделирования и развитие компетенций инженерно-технических специалистов.

Выводы. Обоснована необходимость формирования интегрированной системы риск-ориентированного проектирования, обеспечивающей надежность, безопасность и экономическую эффективность гражданских зданий на всех стадиях жизненного цикла. Результаты исследования могут быть использованы при разработке проектной документации, совершен-

ствовании нормативных актов и внедрении инновационных технологий в строительную практику.

Ключевые слова: проектирование гражданских зданий, технические риски, надежность, безопасность, BIM-технологии, цифровое моделирование, риск-ориентированный подход

Для цитирования:

Абдуллаев Ф.Б., Чурикова В.И. Проектирование гражданских зданий в условиях возникновения технических рисков // *Бетон и железобетон*. 2026. № 3(634). С. 77–83. [https://doi.org/10.37538/0005-9889-2026-3-\(634\)-77-83](https://doi.org/10.37538/0005-9889-2026-3-(634)-77-83) EDN: RDBAUV

Вклад авторов

Абдуллаев Фуад Башир оглы – постановка задачи, сбор и анализ исходных данных, разработка методологии исследования, подготовка текста статьи и формирование основных выводов.

Чурикова Валерия Игоревна – научное руководство исследованием, консультирование по методологии и структуре работы, научное редактирование итогового текста.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 26.11.2025

Поступила после рецензирования 10.02.2026

Принята к публикации 05.03.2026

F.B. ABDULLAEV ¹, V.I. CHURIKOVA ¹

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education National Research Moscow State University of Civil Engineering. Moscow, Russian Federation

DESIGN OF CIVIL BUILDINGS IN CONDITIONS OF TECHNICAL RISKS

Abstract

Introduction. The design of civil buildings in modern conditions is accompanied by an increase in technical risks due to the complexity of design solutions, regulatory uncertainty and limited introduction of digital technologies. An urgent task is to increase the reliability and safety of design solutions, taking into account the systemic problems of the industry associated with insufficient integration of risk analysis and a shortage of qualified personnel.

Aim. To identify areas for improving the methodology of designing civil buildings in the context of technical risks, including the development of risk-oriented approaches, the introduction of BIM technologies and improving the quality of the regulatory and technical framework.

Materials and methods. The paper uses methods of systematic, structural and comparative analysis, as well as a synthesis of scientific publications, regulatory documents and practical materials reflecting current trends in engineering and construction design.

Results. The key factors influencing the occurrence of technical risks in the design of civil buildings are identified, as well as the main limitations of existing practice are identified: the fragmentation of the regulatory framework, insufficient integration of risk-oriented techniques and limited use of digital modeling. Promising directions for the development of design activities are formulated, including the introduction of digital building doubles, the expansion of the use of information modeling and the development of competencies of engineering and technical specialists.

Conclusions. The necessity of forming an integrated risk-based design system that ensures the reliability, safety and economic efficiency of civil buildings at all stages of their life cycle is substantiated. The research results can be used in the development of project documentation, improvement of regulations and the introduction of innovative technologies in construction practice.

Keywords: civil building design, technical risks, reliability, safety, BIM technologies, digital modeling, risk-based approach

For citation: Abdullaev F.B., Churikova V.I. Design of civil buildings in conditions of technical risks. *Concrete and reinforced concrete*, 2026, no. 3 (634), pp. 77–83. (In Russian). [https://doi.org/10.37538/0005-9889-2026-3-\(634\)-77-83](https://doi.org/10.37538/0005-9889-2026-3-(634)-77-83) EDN: RDBAUV

Authors contribution statement

Fuad Bashir oglu Abdullaev – completed the task statement, collection and analysis of the initial data, development of the research methodology, preparation of the text of the article and the formation of the main conclusions.

Churikova Valeria I. – provided scientific guidance for the research, consulting on the methodology and structure of the work, as well as scientific editing of the final text.

Funding

No funding support was obtained for the research.

Conflict of interest

The authors declares no conflict of interest.

Received 25.11.25

Revised 10.02.26

Accepted 05.03.26

Проектирование гражданских зданий во все исторические периоды являлось одной из ключевых сфер градостроительной деятельности, поскольку именно здания общественного и жилого назначения формируют основу повседневной жизнедеятельности населения. В современных условиях значение проектирования заметно возрастает: гражданские здания становятся более сложными по конструктивной схеме, насыщаются инженерными системами, требуют учета энергоэффективности, безопасности, доступности и последующей эксплуатационной управляемости. Поэтому проектное решение уже не может рассматриваться только как комплект чертежей и расчетов. Оно выступает как основа для управления жизненным циклом объекта, включая строительство, эксплуатацию, ремонт, реконструкцию и мониторинг технического состояния.

Гражданские здания обеспечивают комфортное проживание, работу учреждений, функционирование образовательной, культурной, медицинской и административной инфраструктуры. Их конструктивные характеристики, энергоэффективность, эксплуатационная надежность и архитектурное качество напрямую влияют на безопасность городской среды и устойчивость территориальных систем. При этом современная практика показывает, что значительная часть технических проблем проявляется не только на стадии строительства или эксплуатации, но и значительно раньше – на этапе принятия проектных решений, когда закладываются расчетные схемы, выбираются материалы, определяются инженерные системы и формируется логика дальнейшей организации работ.

Технические риски в проектировании гражданских зданий имеют многокомпонентную природу. Они могут быть связаны с ошибками расчетов, недостаточной детализацией проектной документации, коллизиями между архитектурными, конструктивными и инженерными разделами, неточной оценкой нагрузок, неправильным выбором технологических решений или слабой адаптацией проекта к условиям конкретной строительной площадки. Отдельную группу составляют риски, возникающие из-за недостатка исходных данных: неполных инженерных изысканий, неточного учета состояния окружающей застройки, климатических воздействий, транспортной доступности, логистики поставки материалов и доступности квалифицированных кадров.

В таких условиях проектирование гражданских зданий должно опираться на принципы предиктивной и адаптивной инженерии. Предиктивный подход предполагает выявление возможных отклонений до начала строительства, а адаптивный – возможность корректировки проектных и организационно-технологических решений по мере уточнения исходных данных. Практическое значение данного подхода состоит в том, что он позволяет не ограничиваться формальным соблюдением нормативных требований, а заранее оценивать последствия проектных решений для стоимости, сроков, надежности и эксплуатационной безопасности объекта.

Российская практика проектирования гражданских зданий по-прежнему сталкивается с рядом системных ограничений. Риск-анализ часто проводится фрагментарно, преимущественно в рамках отдельных расчетных

разделов, без единой связи между архитектурными, конструктивными, инженерными и организационно-технологическими решениями. При этом действующая нормативная база содержит обязательные требования к безопасности зданий и сооружений, однако не всегда дает проектировщику удобный инструмент для количественной оценки совокупного технического риска на ранней стадии разработки проекта.

Нормативное регулирование проектирования гражданских зданий в Российской Федерации основано на системе технических регламентов, строительных норм и сводов правил. Федеральный закон № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» определяет базовые требования к механической прочности, устойчивости, пожарной, санитарно-гигиенической, экологической и эксплуатационной безопасности объектов капитального строительства [1]. СП 20.13330.2016 устанавливает порядок учета нагрузок и воздействий, включая постоянные, временные, климатические и особые нагрузки [2]. СП 63.13330.2018 регламентирует расчет бетонных и железобетонных конструкций по прочности, трещиностойкости и деформативности [3].

В научной литературе вопросы надежности строительных конструкций, вероятностного анализа и оценки технического состояния зданий рассматриваются в работах А.Г. Тамразяна, А.В. Алексеичева, М.Д. Антонова, С.А. Ахременко, Д.А. Викторова и Н.С. Курченко. А.В. Алексеичев и М.Д. Антонов исследуют устойчивость монолитных каркасов при локальных повреждениях и прогрессирующем разрушении [4, 5, 6]. Н.С. Курченко и А.В. Алексеичев предлагают подходы к оценке надежности возведения жилых зданий с монолитными железобетонными каркасами [7]. А.Г. Тамразян обосновывает необходимость оценки надежности железобетонных конструкций с учетом эксплуатационных отклонений и прогнозирования срока службы [8].

Вместе с тем значительная часть существующих исследований ориентирована либо на расчетную надежность отдельных конструктивных элементов, либо на анализ строительного процесса. Для проектирования гражданских зданий в условиях технических рисков требуется более связанная модель, в которой расчетная надежность, технологичность, цифровая координация, стоимость исправления ошибок и региональные условия рассматриваются одновременно. Именно такая постановка позволяет приблизить научный подход к реальной проектной практике, где ошибка в одном разделе документации может привести к задержке согласования, перерасходу материалов, увеличению трудозатрат или дополнительным затратам на корректировку решений.

Методическая основа предлагаемого подхода включает три последовательных этапа. На первом этапе проводится идентификация технических рисков по разделам проектной документации: архитектурные решения, конструктивные решения, инженерные системы, организация строительства, пожарная безопасность, энергоэффективность и эксплуатационная надежность. На втором этапе каждому риску присваивается расчетная оценка по трем параметрам: вероятность возникновения, тяжесть последствий и возможность раннего обнаружения. На третьем

этапе формируется перечень мероприятий по снижению риска, а также оценивается влияние этих мероприятий на сроки, трудоемкость, стоимость проектирования и затраты на исправление возможных ошибок.

Для расчетной оценки может применяться показатель приоритетности технического риска R , определяемый как произведение трех балльных параметров: вероятности возникновения P , тяжести последствий S и коэффициента обнаруживаемости D . Каждый параметр оценивается по

шкале от 1 до 5 баллов, где 1 означает низкий уровень проявления признака, а 5 – высокий уровень. Чем выше значение R , тем раньше данный риск должен быть рассмотрен проектной группой. Такой подход не заменяет нормативные расчеты, но дополняет их инструментом управленческой сортировки проблем, что особенно важно при проектировании сложных гражданских зданий.

Основные критерии расчетно-аналитической оценки технических рисков представлены в таблице 1.

Таблица 1

Критерии расчетно-аналитической оценки технических рисков при проектировании гражданских зданий

Table 1

Criteria for the computational and analytical assessment of technical risks in the design of civil buildings

Критерий оценки	Единица измерения	Диапазон оценки	Практическое значение критерия
Вероятность возникновения отклонения P	балл	1–5	Позволяет определить, насколько часто риск может проявляться при выбранной проектной схеме
Тяжесть последствий S	балл	1–5	Отражает возможное влияние риска на безопасность, сроки, стоимость и эксплуатационную надежность здания
Обнаруживаемость D	балл	1–5	Показывает, насколько трудно выявить риск до начала строительных работ
Показатель приоритетности R	балл	1–125	Используется для ранжирования рисков и выбора первоочередных проектных решений
Срок устранения отклонения	дни	оценочно	Позволяет сопоставить влияние проектной ошибки на календарный график
Стоимость устранения отклонения	тыс. руб.	оценочно	Показывает экономический эффект от раннего выявления риска

Таким образом, предложенная система критериев позволяет перейти от общего описания технических рисков к их сопоставимой расчетной оценке. На практике она может применяться на предпроектной и проектной стадиях для отбора решений, требующих дополнительной проверки, BIM-координации или экспертного инженерного анализа.

Цифровизация проектирования играет ключевую роль в снижении технических рисков, однако ее эффективность зависит от того, насколько глубоко цифровые инструменты встроены в технологический процесс. BIM-модель должна использоваться не только для визуализации здания, но и для координации разделов проекта, проверки пространственных коллизий, подсчета объемов работ, планирования графика, оценки ресурсных потребностей и передачи данных в эксплуатационную модель объекта. В таком случае цифровая модель становится рабочей средой принятия решений, а не дополнительным графическим приложением к проектной документации.

На стадии проектирования BIM позволяет выявлять пересечения инженерных сетей с несущими конструкциями, несоответствия между архитектурными и конструктивными решениями, ошибки в отметках, нерациональные зоны прокладки коммуникаций и нарушения технологической последовательности выполнения работ. На стадии планирования работ информационная модель может быть связана с календарным графиком, что дает возможность оценить влияние проектных решений на

сроки строительства. На стадии подготовки строительной площадки цифровая модель используется для уточнения логистических маршрутов, зон складирования материалов и размещения временной инфраструктуры.

При переходе от проектирования к строительству цифровой контур может включать данные о ходе армирования, устройстве опалубки, бетонировании, контроле качества и расходе ресурсов. Если гражданское здание содержит монолитные железобетонные конструкции, в цифровую модель целесообразно передавать сведения о температуре бетона, влажности, сроках набора прочности, отклонениях от технологического режима и результатах лабораторного контроля. Такие данные позволяют уточнять график распалубливания, снижать риск раннего нагружения конструкций и фиксировать историю технологических параметров для последующей эксплуатации.

Механизм интеграции цифровых инструментов может быть представлен как последовательность связанных действий: формирование единой BIM-модели, проверка коллизий, расчет объемов работ, привязка модели к календарному графику, настройка контрольных точек качества, сбор данных со строительной площадки, сопоставление фактических показателей с проектными значениями и корректировка управленческих решений. При этом важным условием является распределение ответственности между участниками проекта: проектировщик отвечает за корректность модели и рас-

четов, строительная организация – за своевременную передачу фактических данных, эксплуатирующая организация – за накопление информации о техническом состоянии здания.

Экономическая оценка риск-ориентированного проектирования особенно важна потому, что внедрение цифровых инструментов часто воспринимается как дополнительная статья затрат. На практике часть расходов действительно возникает на начальном этапе: требуется подготовка BIM-модели повышенной детализации, проведение междисциплинарной координации, настройка регламентов обмена данными, обучение специалистов и, при необходимости, подключение датчиков мониторинга. Однако эти затраты компенсируются за счет уменьшения числа проектных коллизий, сокращения времени согласования решений, снижения объема переделок и более точного планирования материалов.

Для проверки практической применимости предложенного подхода выполнена расчетно-аналитическая апробация на условном проекте гражданского здания общей площадью 18 000 м². В качестве расчетного сценария принят объект с подземной частью, монолитным железобетонным каркасом, развитой системой инженерных коммуникаций и высокой плотностью размещения помещений. Сопоставлялись два варианта проектирования: базовый, при котором риск-анализ выполняется преимущественно экспертно и разрозненно, и интегрированный, предполагающий применение BIM-координации, балльной оценки рисков и цифрового контроля ключевых проектных решений. Расчеты имеют оценочный характер и предназначены для предварительного технико-экономического обоснования.

Оценочные показатели расчетного сценария представлены в таблице 2.

Таблица 2

Оценочные показатели применения риск-ориентированного проектирования для условного гражданского здания площадью 18 000 м²

Table 2

Risk-based design performance indicators for a model civil building with an area of 18 000 m²

Показатель	Базовый вариант	Интегрированный вариант	Изменение
Продолжительность выявления и устранения проектных коллизий, дни	30	21–24	Сокращение на 20–30 %
Трудоемкость координации разделов проекта, чел.-ч	2 400	2 100–2 200	Снижение на 8–12 %
Ориентировочные затраты на цифровую координацию и настройку BIM-среды, тыс. руб.	0	900–1 200	Дополнительные начальные затраты
Затраты на устранение проектных ошибок и переделок, тыс. руб.	5 800–6 200	4 400–5 000	Снижение на 18–25 %
Доля выявленных коллизий до начала строительных работ, %	55–60	80–85	Рост на 25 п.п.
Отклонение расчетной потребности в основных материалах, %	7–9	3–5	Снижение на 4 п.п.
Итоговый организационно-экономический эффект, тыс. руб.	0	600–900	Положительный эффект после компенсации начальных затрат

Таким образом, расчетный сценарий показывает, что экономический эффект достигается не за счет формального сокращения объема проектных работ, а за счет более раннего выявления коллизий и уменьшения затрат на исправление ошибок. Даже при дополнительных расходах на цифровую координацию интегрированный вариант дает положительный организационно-экономический результат, поскольку снижает вероятность поздних корректировок, простоев и перерасхода материалов.

Практическое внедрение предложенного подхода может осуществляться в форме технологической карты риск-ориентированного проектирования. На первом этапе формируется матрица исходных данных: характеристики участка, климатические условия, плотность застройки, результаты инженерных изысканий, требования заказчика и ограничения нормативной базы. На втором этапе выполняется BIM-координация основных разделов проектной документации с обязательной фиксацией выявленных

коллизий. На третьем этапе проектная группа рассчитывает показатель приоритетности рисков и выделяет решения, требующие дополнительной проверки. На четвертом этапе оцениваются экономические последствия возможных отклонений и выбираются мероприятия по снижению риска. На пятом этапе результаты передаются в строительную и эксплуатационную документацию.

Особое значение имеет адаптация проектных решений к региональным условиям. Для северных и резко континентальных регионов существенными становятся температурные воздействия, сезонность строительных работ и требования к энергоэффективности ограждающих конструкций. В южных регионах большее значение могут иметь перегрев помещений, долговечность материалов при интенсивном солнечном воздействии и особенности водоотведения. В условиях плотной городской застройки возрастают требования к логистике, организации строительной площадки, защите соседних зданий и минимиза-

ции влияния работ на городскую инфраструктуру. Поэтому риск-ориентированное проектирование должно учитывать не только универсальные нормативные требования, но и конкретные ограничения территории.

Важным прикладным результатом является возможность создания базы типовых технических рисков для гражданских зданий. Такая база может включать повторяющиеся коллизии инженерных сетей, ошибки в привязке конструктивных элементов, недостаточную детализацию узлов, расхождения между расчетной и фактической материалоемкостью, несогласованность графиков поставки оборудования и проблемы последующего обслуживания инженерных систем. Накопление этих данных позволяет проектной организации формировать собственные чек-листы качества и постепенно снижать влияние человеческого фактора.

Для повышения достоверности проектных решений цифровая модель должна связываться с данными последующего мониторинга. В период строительства такими данными могут быть сведения о фактических сроках выполнения работ, расходе материалов, результатах входного контроля, параметрах бетонирования и количестве выявленных дефектов. В период эксплуатации в цифровой двойник могут поступать данные о температурно-влажностном режиме, состоянии инженерных систем, показаниях датчиков деформаций, результатах осмотров и ремонтов. Такой контур обратной связи позволяет уточнять расчетные предпосылки для последующих проектов и формировать более надежные проектные решения.

Ограничением предложенного подхода является его зависимость от качества исходных данных, уровня цифровой зрелости проектной организации и готовности участников строительства работать в единой информационной среде. Если BIM-модель создается формально, без регламентов проверки и актуализации, ее влияние на снижение технических рисков будет ограниченным. Кроме того, оценочные экономические расчеты требуют уточнения на реальных пилотных проектах, поскольку размер эффекта зависит от типа здания, сложности инженерных систем, квалификации проектной команды, стоимости исправления ошибок и региональных условий строительства.

Несмотря на указанные ограничения, предложенный подход обладает практической применимостью. Он может использоваться проектными организациями при подготовке гражданских зданий повышенной сложности, заказчиками – при оценке качества проектных решений, строительными организациями – при планировании работ и снижении вероятности переделок, а эксплуатирующими организациями – при формировании цифрового паспорта здания. Наиболее рациональной является поэтапная апробация: сначала на одном проектном разделе или пилотном объекте, затем на группе объектов одного типа, после чего возможно формирование внутреннего стандарта оценки технологичности и технических рисков.

Таким образом, проектирование гражданских зданий в условиях возникновения технических рисков требует перехода от разрозненной экспертной проверки к интегрированной модели управления надежностью. Такая модель должна объединять нормативные расчеты, BIM-координацию, балльную оценку рисков, экономическое сравнение

вариантов и последующий мониторинг объекта. Практическая ценность данного подхода состоит в том, что он позволяет выявлять проблемы до начала строительства, снижать затраты на их устранение и повышать управляемость проектно-строительного цикла.

Выводы

1. Проектирование гражданских зданий в современных условиях осуществляется при одновременном воздействии расчетно-конструктивных, нормативных, организационно-технологических, эксплуатационных и информационных рисков. Их учет должен начинаться на ранних стадиях разработки проектной документации, поскольку позднее выявление ошибок увеличивает сроки согласования, объем переделок и стоимость строительства.

2. Предложенный расчетно-аналитический подход позволяет дополнить традиционные нормативные расчеты балльной оценкой приоритетности технических рисков. Использование параметров вероятности возникновения, тяжести последствий и обнаруживаемости обеспечивает более понятную сортировку рисков и помогает проектной группе определить решения, требующие первоочередной проверки.

3. Практическая применимость подхода обеспечивается интеграцией BIM-моделирования, проверкой коллизий, оценкой объемов работ, календарным планированием и цифровым мониторингом. Наиболее значимый эффект достигается тогда, когда цифровая модель используется не только на стадии проектирования, но и при подготовке строительной площадки, контроле качества работ, мониторинге сроков, ресурсов и эксплуатационных параметров здания.

4. Расчетный сценарий для условного гражданского здания площадью 18 000 м² показал, что внедрение риск-ориентированного проектирования и цифровой координации может сократить продолжительность выявления и устранения проектных коллизий на 20–30 %, снизить трудоемкость координации на 8–12 % и уменьшить затраты на исправление проектных ошибок на 18–25 %. Приведенные значения являются оценочными и подлежат уточнению на пилотных проектах.

5. Региональная адаптация проектных решений должна учитывать климатические условия, сезонность строительных работ, логистику поставки материалов, доступность квалифицированных кадров, плотность городской застройки и особенности нормативных требований. Без учета этих условий риск-ориентированная модель может оставаться формальной и не обеспечивать ожидаемого практического эффекта.

6. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются пилотная апробация предложенной методики на реальных гражданских зданиях, разработка базы типовых проектных рисков, интеграция BIM, цифровых двойников, IoT-датчиков и систем мониторинга технического состояния, а также формирование стандартов оценки технологичности и надежности проектных решений.

Таким образом, обеспечение надежности и безопасности гражданских зданий возможно при сочетании нормативного проектирования, цифрового моделирования,

экономической оценки и системного управления техническими рисками. Такая интеграция позволяет повысить качество проектной документации, снизить вероятность дорогостоящих переделок и создать основу для более устойчивого развития гражданского строительства.

Список литературы

1. Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 N 384-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/
2. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия». URL: <https://ano-mchs.gov.ru/uploads/document/2022-03-15/079727a84b6dfc87f4f6c2db1a5693ed.pdf>
3. СП 63.13330.2018. URL: https://ano-alpha.ru/upload/iblock/58c/mjvjzkyrismzq31jd53bipez0mxsqd5/SP_63.13330.2018_-2.pdf
4. Алексейцев А.В., Антонов М.Д. Динамика безбалочных железобетонных каркасов сооружений при повреждениях плит продавливанием // *Строительство и реконструкция*. 2021. № 4. С. 23–34. DOI: <https://doi.org/10.33979/2073-7416-2021-96-4-23-34>
5. Алексейцев А.В., Антонов М.Д. Сопротивляемость прогрессирующему разрушению монолитных каркасов зданий при локальных повреждениях узлов от продавливания // *Вестник МГСУ*. 2024. Т. 19. № 9. С. 1454–1468. DOI: <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2024.9.1454-1468>
6. Ахременко С.А., Виктор Д.А., Артамонова Е.Г. Рациональное проектирование геометрических и теплотехнических параметров многоквартирного жилого дома // *Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции: сб. докладов VIII Всероссийской научно-технической конференции, посвященной столетию МИСИ-МГСУ*, 12 ноября 2020 г. Москва: Издательство МИСИ – МГСУ, 2020. С. 54–58.
7. Курченко Н.С., Алексейцев А.В. Методика оценки надежности возведения жилых зданий с монолитными железобетонными каркасами // *Системные технологии*. 2021. № 1 (38). С. 37–43. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenki-nadezhnosti-vozvedeniya-zhilyh-zdaniy-s-monolitnymi-zhelezobetonnymi-karkasami>
8. Тамразян А.Г. Методология анализа и оценки надежности состояния и прогнозирования срока службы железобетонных конструкций // *Железобетонные конструкции*. 2023. Т. 1. № 1. С. 5–18. URL: <https://www.g-b-k.ru/jour/article/view/4>
3. SP 63.13330.2018. URL: https://ano-alpha.ru/upload/iblock/58c/mjvjzkyrismzq31jd53bipez0mxsqd5/SP_63.13330.2018_-2.pdf
4. Aleksetsev A.V., Antonov M.D. Dynamics of girderless reinforced concrete frames of structures in case of plate penetration damage. *Building and Reconstruction*, 2021, no. 4, pp. 23–34. DOI: <https://doi.org/10.33979/2073-7416-2021-96-4-23-34>. (In Russian).
5. Aleksetsev A.V., Antonov M.D. Resistance to progressive destruction of monolithic building frames with local damage to nodes from penetration. *Vestnik MGSU*. 2024. Vol. 19. No. 9. P. 1454–1468. DOI: <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2024.9.1454-1468>. (In Russian).
6. Akhremenko S.A., Viktorov D.A., Artamonova E.G. Rational design of geometric and thermal engineering parameters of a single-family residential building. Theoretical foundations of heat and gas supply and ventilation. *Collection of reports of the VIII All-Russian Scientific and Technical Conference dedicated to the 100th anniversary of MISI-MGSU*, November 12, 2020. Moscow: Izdatel'stvo MISI – MGSU. 2020. P. 54–58. URL: <https://libryansk.ru/publikacii-v-sbornikah-nauchnyh-trudov-materialah-konferencij-ahremenko> (In Russian).
7. Kurchenko N.S., Aleksetsev A.V. Methodology for assessing the reliability of residential buildings with monolithic reinforced concrete frames. *System technologies*, 2021, vol. 38, no. 1. pp. 37–43. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenki-nadezhnosti-vozvedeniya-zhilyh-zdaniy-s-monolitnymi-zhelezobetonnymi-karkasami> (In Russian).
8. Tamrazyan A.G. Methodology for analyzing and evaluating the reliability of the condition and forecasting the service life of reinforced concrete structures. *Reinforced concrete structures*, 2023, vol. 1, no. 1, pp. 5–18. URL: <https://www.g-b-k.ru/jour/article/view/4> (In Russian).

Информация об авторах / Information about the authors

Абдуллаев Фуад Башир оглы*, студент, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский московский государственный строительный университет», Москва e42269084@gmail.com

Abdullaev Fuad Bashir ogly, student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “National Research Moscow State University of Civil Engineering”, Moscow

Чурикова Валерия Игоревна, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский московский государственный строительный университет», Москва

Churikova Valeria I., Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “National Research Moscow State University of Civil Engineering”, Moscow.

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

References

1. Federal Law «Technical Regulations on the Safety of Buildings and structures» dated 12/30/2009 No. 384-FZ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/ (In Russian).
2. SP 20.13330.2016 Loads and impacts. URL: <https://mchs.gov.ru/uploads/document/2022-03-15/079727a84b6dfc87f4f6c2db1a5693ed.pdf> (In Russian).