

УДК 725.8
EDN: VXOWDQ

DOI: [https://doi.org/10.37538/0005-9889-2026-2\(633\)-06-13](https://doi.org/10.37538/0005-9889-2026-2(633)-06-13).

Ф.Б. АБДУЛЛАЕВ¹, Ю.В. ГУЩИНА¹

¹ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»
Волгоград, пр. им. Ленина, 28, 400005, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МОНОЛИТНОГО КАРКАСА МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Аннотация

Введение. Формирование монолитного каркаса многоэтажных зданий является одним из наиболее ресурсоемких и технологически сложных процессов современного строительства. На эффективность возведения монолитных конструкций влияют особенности технологических операций, организация строительного потока, уровень механизации, а также качество проектных решений. Существенными остаются проблемы, связанные с увеличением продолжительности строительного цикла, ростом материалоемкости и риском возникновения технологических дефектов, что требует научного обоснования подходов к совершенствованию технологий монолитного домостроения.

Цель. Определить направления повышения технологической эффективности и управляемости процессов возведения монолитного каркаса зданий за счет совершенствования организационно-технологических решений, внедрения цифровых инструментов и комплексной оценки технологичности проектных решений.

Материалы и методы. В исследовании применены методы системного и структурного анализа, технико-экономическое сравнение различных организационно-технологических схем. Используются нормативные, проектные и научные источники, отражающие современные тенденции развития монолитного домостроения.

Результаты. Установлены ключевые факторы, определяющие технологическую эффективность возведения монолитных конструкций, включая качество опалубочных систем, рациональность арматурных решений, параметры бетонирования и организацию строительного потока. Выявлены ограничения существующей практики, приводящие к снижению темпов работ и увеличению риска технологических дефектов. Обоснованы перспективные направления совершенствования технологий монолитного строительства: оптимизация опалубочных и арматурных процессов, внедрение автоматизированных систем контроля параметров бетонирования, интеграция BIM-моделиро-

вания с производственными и логистическими операциями.

Выводы. Показано, что реализация предложенных организационно-технологических мероприятий способствует сокращению сроков возведения монолитного каркаса, повышению надежности конструкций и улучшению экономических показателей строительства. Результаты исследования обладают практической значимостью и могут быть использованы при разработке проектных решений, организации строительного производства и модернизации технологических процессов монолитного домостроения.

Ключевые слова: монолитный железобетонный каркас, технологические процессы, эффективность строительства, опалубка, армирование, бетонирование, цифровизация строительства

Для цитирования: Абдуллаев Ф.Б., Гущина Ю.В. Совершенствование технологических решений при формировании монолитного каркаса многоэтажных зданий // *Бетон и железобетон*. 2026. № 2 (633). С. 06–13. [https://doi.org/10.37538/0005-9889-2026-2\(633\)-06-13](https://doi.org/10.37538/0005-9889-2026-2(633)-06-13). EDN: VXOWDQ

Вклад авторов

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

Гущина Юлия Валерьевна – научное руководство исследованием, консультирование по методологии и структуре работы, а также научное редактирование итогового текста.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 12.01.2026

Поступила после рецензирования 14.02.2026

Принята к публикации 17.03.2026

F.B. ABDULLAEV¹, YU.V. GUSHCHINA¹

¹Volgograd State Technical University, Volgograd, Lenin Ave., 28, 400005, Russia

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGICAL SOLUTIONS IN THE FORMATION OF THE MONOLITHIC FRAMEWORK OF MULTI-STORY BUILDINGS

Abstract

Introduction. The formation of a monolithic frame of multi-storey buildings is one of the most resource-intensive and technologically complex processes of modern construction. The effectiveness of monolithic structures is influenced by the features of technological operations, the organization of the construction flow, the level of mechanization, as well as the quality of design solutions. The problems associated with an increase in the duration of the construction cycle, an increase in material consumption and the risk of technological defects remain significant, which requires a scientific justification of approaches to improving monolithic house construction technologies.

Aim. To determine the directions of increasing the technological efficiency and manageability of the processes of constructing monolithic frames of buildings by improving organizational and technological solutions, introducing digital tools and a comprehensive assessment of the manufacturability of design solutions.

Materials and methods. The research uses methods of system and structural analysis, technical and economic comparison of various organizational and technological schemes. Normative, design and scientific sources reflecting modern trends in the development of monolithic housing construction are used.

Results. The key factors determining the technological efficiency of monolithic structures construction, including the quality of formwork systems, the rationality of reinforcement solutions, concreting parameters and the organization of the construction flow, have been identified. The limitations of the existing practice have been identified, leading to a decrease in the pace of work and an increase in the risk of technological defects. Promising areas of improvement of monolithic construction technologies are substantiated: optimization of formwork and reinforcement processes, implementation of automated systems for monitoring concreting parameters, integration of BIM modeling with production and logistics operations.

Conclusions. It is shown that the implementation of the proposed organizational and technological measures helps to reduce the time required for the construction of a monolithic frame, increase the reliability of struc-

tures and improve the economic performance of construction. The research results have practical significance and can be used in the development of design solutions, organization of construction production and modernization of technological processes of monolithic housing construction.

Keywords: monolithic reinforced concrete frame, technological processes, construction efficiency, formwork, reinforcement, concreting, digitalization of construction

For citation: Abdullaev F.B., Gushchina Yu.V. Improvement of technological solutions in the formation of the monolithic framework of multi-story buildings. *Concrete and Reinforced Concrete*, 2026, no. 2 (633), pp. 06–13. (In Russian). DOI: [https://doi.org/10.37538/0005-9889-2026-2\(633\)-06-13](https://doi.org/10.37538/0005-9889-2026-2(633)-06-13). EDN: VXOWDQ

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. Gushchina Yulia Valeryevna 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 12.01.2026

Revised 14.02.2026

Accepted 17.03.2026

Монолитное домостроение сегодня занимает одно из ключевых направлений развития гражданского строительства и рассматривается как универсальная технология, позволяющая формировать здания с высокой архитектурной вариативностью и улучшенными эксплуатационными характеристиками. Применение монолитных железобетонных конструкций обеспечивает проектировщикам широкие возможности в формировании сложных объемно-планировочных решений, а также повышает пространственную жесткость и долговечность сооружений при различных эксплуатационных нагрузках. Активный рост многоэтажной застройки, особенно в условиях ограниченных городских территорий и высокой плотности строительства, предъявляет дополнительные требования к организации строительного производства. В этих условиях возрастает значимость технологичности процессов формирования монолитного каркаса, включающей рациональное использование опалубочных систем, оптимальное армирование, обеспечение качества бетонной смеси и строгое соблюдение технологических режимов. Одновременно усиливается необходимость сокращения длительности строительного цикла, повышения точности выполнения операций и минимизации технологических дефектов, что делает совершенствование монолитных технологий важнейшей задачей для строительной отрасли [2].

Развитие технологических процессов при строительстве монолитных зданий определяется широким комплексом факторов, включающим организационно-технологические условия выполнения работ, уровень механизации, тип и характеристики применяемых опалубочных систем, свойства бетонных смесей и качество управления строительным производством. Каждый из этих элементов оказывает существенное влияние на скорость формирования монолитного каркаса, стабильность технологических циклов и конечное качество железобетонных конструкций. Несогласованность между технологическими операциями, неправильный выбор оборудования или материалов, а также недостаточная оптимизация производственных параметров могут привести к снижению эффективности строительного процесса, увеличению материальных и трудовых затрат, удлинению длительности технологических циклов. Кроме того, подобные отклонения нередко становятся причиной нарушений установленных требований надежности и безопасности, что повышает вероятность возникновения дефектов бетонирования, снижения прочностных характеристик конструкций и необходимости дополнительных корректирующих мероприятий в ходе строительства. В связи с этим совершенствование технологических решений и повышение управляемости производственных процессов являются ключевыми направлениями развития современного монолитного домостроения [1].

Практика современного строительства показывает, что даже при использовании высокотехнологичного оборудования и современных методов механизации эффективность возведения монолитного

каркаса существенно зависит от качества принимаемых организационно-технологических решений. Итоговые показатели строительства определяются корректностью выбора технологических схем, рациональностью планирования последовательности операций, а также степенью адаптации применяемых методов к фактическим условиям строительной площадки, включая плотность городской застройки, транспортную доступность, сезонные воздействия и характеристики грунтов. Неверно определенные технологические параметры или недостаточная согласованность работ между задействованными звеньями строительного потока приводят к снижению производительности, увеличению объемов простоев, перерасходу материалов и возникновению рисков формирования дефектов железобетонных конструкций. Эти обстоятельства подтверждают необходимость разработки научно обоснованных подходов, обеспечивающих объективную оценку технологичности проектных и производственных решений, а также выбор оптимальных организационно-технологических схем с учетом конкретных условий строительства. Формирование таких подходов является важным условием повышения эффективности и управляемости монолитного домостроения [5].

В настоящее время прослеживается недостаточная методическая обеспеченность процесса формирования монолитных каркасов, ограниченная применимость универсальных моделей оценки эффективности и отсутствие комплексного подхода к учету факторов, определяющих технологический результат. Данные обстоятельства определяют актуальность исследования, направленного на совершенствование технологических решений при возведении монолитного каркаса многоэтажных зданий и повышение эффективности строительного производства [4].

Проведенный аналитический обзор подтверждает существенные различия в темпах развития монолитного домостроения в разных странах, что связано с неодинаковым уровнем технической оснащенности отрасли, спецификой нормативного регулирования и экономическими условиями строительного производства. Для объективной оценки роли монолитных технологий в мировом строительном комплексе целесообразно обратиться к статистически подтвержденным данным, позволяющим сопоставить степень их распространения в различных национальных рынках. Сравнительный анализ структуры бетонного строительства за рубежом показывает, что монолитные железобетонные конструкции занимают доминирующие позиции в странах с высокими требованиями к архитектурной вариативности, сейсмостойкости и скорости возведения каркасов. В то же время доля монолитного домостроения в ряде государств остается ограниченной вследствие преобладания сборных технологий или недостаточного уровня технологической модернизации. На рисунке 1 представлены результаты исследования, демонстрирующие долю применения монолитного железобетона в общем объеме возво-

димых железобетонных конструкций в двенадцати странах. Полученные данные позволяют наглядно оценить уровень технологического развития рынка

монолитного строительства и выявить международные тенденции, важные для совершенствования отечественной строительной практики.

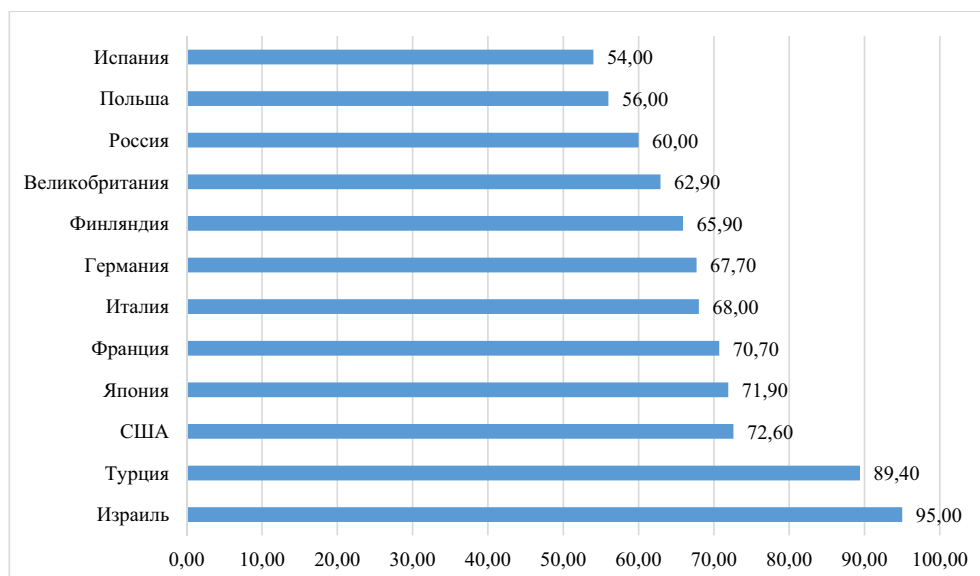


Рис. 1. Доля использования монолитного железобетона в общем объеме бетонных конструкций, производимых в 12 странах
Fig. 1. The share of monolithic reinforced concrete in the total volume of concrete structures produced in 12 countries

Анализ представленных данных, характеризующих долю монолитного железобетона в общем объеме бетонных конструкций, производимых в двенадцати странах, позволяет выявить существенные различия в степени распространенности монолитных технологий на международном уровне. Наиболее высокие показатели демонстрируют Израиль (95 %) и Турция (89,4 %), что свидетельствует о доминировании монолитного домостроения в структуре строительной отрасли этих государств. Подобные значения отражают высокую адаптивность монолитных технологий к местным условиям строительства, включая плотность застройки, сейсмичность территорий и необходимость быстрого возведения зданий. США (72,6 %), Япония (71,9 %) и Франция (70,7 %) также демонстрируют значительную долю применения монолитного железобетона. Эти значения указывают на устойчивое развитие технологий монолитного домостроения, что обусловлено высокими требованиями к надежности и энергоэффективности конструкций, а также активным внедрением современных промышленных методов производства и автоматизированных систем контроля качества бетонирования. Группа стран со средним уровнем использования монолитных конструкций – Италия (68 %), Германия (67,7 %), Финляндия (65,9 %) и Великобритания (62,9 %) – отражает устойчивое сочетание монолитных и сборных железобетонных технологий. Для этих государств характерна развитая нормативно-техническая база, но при этом сохраняется значительная доля сборного домостроения, обеспечивающего высокую степень стандартизации строительных процессов.

Россия (60 %) и Польша (56 %) демонстрируют более умеренные показатели использования моно-

литного железобетона. Это может быть связано с преобладанием исторически сложившихся технологий крупнопанельного домостроения, а также с постепенным переходом отрасли к монолитным конструкциям, сопровождаемым модернизацией технической базы и внедрением современных опалубочных систем. Завершающий показатель – доля Испании (54 %) – указывает на наиболее низкий уровень применения монолитных технологий среди представленных стран. Это отражает специфику строительного рынка, где сохраняется значительный объем традиционных каменных, кирпичных и сборных конструкций, а применение монолитного железобетона варьирует в зависимости от региональных условий.

С учетом международных тенденций значительный интерес представляет анализ текущего состояния строительного комплекса Российской Федерации. В последние годы отечественный рынок демонстрирует устойчивый рост объемов возведения жилья, однако динамика распределяется неравномерно по территориям страны, что обусловлено социально-экономическими особенностями субъектов, уровнем урбанизации и инвестиционной активности застройщиков. Для выявления региональных различий в развитии строительного сектора целесообразно рассмотреть официальные статистические сведения о вводе жилья и характеристиках строительного производства в федеральных округах. В таблице 1 представлены данные платформы «Наш.Дом.рф», отражающие объемы строительства жилья, количество разрешений на строительство и количество действующих застройщиков в федеральных округах Российской Федерации. Представленные данные демонстрируют выраженную концентрацию строитель-

ной активности в Центральном и Северо-Западном федеральных округах, суммарно обеспечивающих почти половину вводимого в эксплуатацию жилья в стране. Высокие показатели этих регионов связаны

с масштабным жилищным строительством в крупнейших городах, прежде всего Москве и Санкт-Петербурге, а также высоким уровнем деловой активности застройщиков.

Таблица 1

Объем строительства жилья в федеральных округах, по данным Наш.Дом.рф

Table 1

Volume of housing construction in the Federal Districts, according to Nash.Dom.rf

Субъект Российской Федерации	Построено, всего		
	Разрешения на строительство, шт.	Площадь жилья, тыс. м ²	Застройщики (юр. лица), шт.
Российская Федерация	5 327	88 757	3 015
Центральный ФО	1 586	33 140	864
Северо-Западный ФО	724	15 639	407
Южный ФО	560	10 866	320
Северо-Кавказский ФО	183	1 845	95
Приволжский ФО	1023	12 483	627
Уральский ФО	527	5 983	252
Сибирский ФО	529	6 545	315
Дальневосточный ФО	195	2 258	143

В то же время в ряде округов наблюдается ограниченный объем ввода жилья, особенно в Северо-Кавказском и Дальневосточном федеральных округах, что указывает на необходимость стимулирования инвестиционной деятельности, модернизации строительных технологий и улучшения инфраструктурных условий. Общая региональная неравномерность в развитии строительного комплекса подчеркивает актуальность совершенствования технологических решений при возведении монолитных каркасов как одного из направлений повышения эффективности и качества жилищного строительства в России.

Систематизация факторов, влияющих на эффективность возведения монолитных железобетонных каркасов, позволила выделить пять основных групп, отражающих ключевые направления технологического обеспечения строительного процесса. К ним относятся условия строительной площадки, состояние и применимость строительного оборудования, организация транспортирования и хранения ресурсов, управленческие аспекты организации строительства, а также параметры реализации технологических процессов. Каждая из выделенных групп объединяет как технические, так и организационные факторы, влияющие на продолжительность циклов работ, качество формируемых конструкций и экономическую результативность проекта. Проведенный анализ демонстрирует многофакторность и вариативность условий, сопровождающих строительство монолитного каркаса. Значительная часть факторов носит взаимосвязанный характер: ошибки в технологических операциях усиливаются недостатками организационной подготовки, а территориальные условия строительства повышают требования к применяемой технике и логистике, что подтверждает необходимость комплекс-

ной оценки влияющих параметров, так как локальная оптимизация одного направления не всегда обеспечивает общий рост эффективности строительства. На основе проведенного анализа факторов и оценки эффективности технологических процессов разработаны направления совершенствования возведения монолитных железобетонных каркасов, которые ориентированы на повышение качества строительного производства и снижение его трудоемкости. В первую очередь особое значение приобретает переход к системной оценке технологичности проектных решений уже на предпроизводственных этапах. Такой подход позволяет заранее выявлять потенциальные риски организации работ, прогнозировать необходимость применения специализированного оборудования и определять оптимальную последовательность операций, что исключает задержки и повышает управляемость всего строительного потока.

Для количественной оценки влияния предложенных организационно-технологических решений на эффективность строительного производства в рамках исследования выполнена расчетно-аналитическая апробация на примере типового многоэтажного жилого здания, характерного для массовой застройки в федеральных округах Российской Федерации. В качестве расчетной модели принято здание высотой 18 этажей с монолитным железобетонным каркасом, шагом колонн 6 × 6 м и применением индустриальных опалубочных систем.

Апробация осуществлялась путем сопоставления двух вариантов организации строительства: базового, отражающего традиционную практику выполнения опалубочных, арматурных и бетонных работ, и оптимизированного, предусматривающего внедрение системной оценки технологичности проектных

решений, использование цифровой информационной модели здания, а также элементов автоматизированного контроля технологических параметров. Расчеты выполнены с учетом типовых условий строительной площадки и укрупненных нормативных показателей, что соответствует практике технико-экономического обоснования решений на предпроектной стадии.

В ходе моделирования анализировались продолжительность возведения монолитного каркаса, трудо-

емкость основных технологических процессов, материалоемкость арматурных работ, а также изменение структуры затрат, связанных с внедрением цифровых инструментов управления строительством. Полученные результаты позволили количественно оценить экономическую эффективность предлагаемых решений и определить их применимость для условий различных федеральных округов с учетом различий в масштабах строительства, плотности застройки и организационных ограничениях (таблица 2).

Таблица 2

Сравнительная оценка технико-экономических показателей возведения монолитного каркаса

Table 2

Comparative assessment of technical and economic indicators for the construction of a monolithic frame

Показатель	Базовый вариант	Оптимизированный вариант	Изменение
Продолжительность возведения каркаса, дней	210	180	-14 %
Трудоемкость монолитных работ, чел.-ч.	100 %	92 %	-8 %
Материалоемкость арматурных работ	100 %	95 %	-5 %
Потери времени из-за технологических простоев	100 %	85 %	-15 %
Дополнительные затраты на цифровые технологии	–	+2 %	+2 %
Совокупные затраты на этап монолитного каркаса	100 %	97 %	-3 %

Анализ представленных данных показывает, что внедрение системной оценки технологичности проектных решений и элементов цифрового управления строительством сопровождается незначительным увеличением прямых затрат, связанных с внедрением информационного моделирования и средств автоматизированного контроля. Вместе с тем данные затраты компенсируются за счет сокращения продолжительности строительства, снижения трудоемкости и уменьшения перерасхода материалов. В результате достигается снижение совокупных затрат на этапе возведения монолитного каркаса на 2–3 %, что подтверждает экономическую целесообразность предлагаемых организационно-технологических решений.

Важным результатом исследования является выявление существенного резерва повышения производительности при реализации опалубочных и арматурных работ. Применение типизированных технологических схем с использованием точных цифровых 3D-моделей конструкций обеспечивает сокращение времени на перестановку опалубки, снижение ошибок при позиционировании форм и улучшение качества геометрии возводимых элементов. Последовательное повышение степени заводской подготовки арматуры, механизация процессов ее монтажа и формализация контроля качества в каждом технологическом цикле способствуют уменьшению перерасхода металлических материалов, оптимизации трудозатрат и повышению надежности армирования. Особое внимание в рамках исследования уделяется совершенствованию процессов бетонирования. Применение бетонных

смесей с регулируемой подвижностью, согласование графиков поставки бетона с реальной скоростью укладки, а также внедрение автоматизированного мониторинга уплотнения и режима ухода за конструкциями позволяют существенно снизить вероятность появления технологических дефектов и обеспечить требуемые параметры прочности монолита. Дополнительное повышение эффективности достигается за счет цифровизации управления строительством. Интеграция информационной модели здания с графиками производства работ и логистикой поставок формирует единое цифровое пространство для всех участников проекта, что уменьшает влияние человеческого фактора и ускоряет принятие управленческих решений.

Проведенные расчеты показывают, что применение разработанного комплекса решений способствует сокращению продолжительности строительства монолитных каркасов на 10–15 %, снижению материалоемкости арматурных работ на 3–5 % и уменьшению вероятности возникновения дефектов бетонирования. Таким образом, предложенный подход обеспечивает существенное повышение технологической эффективности и качества возведения многоэтажных зданий в условиях плотной городской застройки, что подтверждает прикладную значимость представленных научных результатов.

В завершение проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Монолитное каркасное строительство является приоритетным направлением развития жилищного и общественного строительства, однако эффектив-

ность формирования монолитных конструкций в значительной степени определяется качеством принимаемых технологических решений и уровнем их научного обоснования.

2. Ключевыми ограничивающими факторами остаются: недостаточная проработанность технологической части проектной документации, несогласованность операций по армированию, опалубке и бетонированию, а также низкий уровень цифровизации процессов управления строительным производством.

3. Результаты оценки факторов влияния подтвердили доминирующую роль организационно-технологических параметров, поскольку именно они определяют темп вертикального развития здания, равномерность строительного потока и минимизацию технологических простоев.

4. Повышение эффективности возможно посредством внедрения системной оценки технологичности проектных решений на предпроизводственной стадии, оптимизации опалубочных и арматурных процессов и применения современных технологий бетонирования с автоматизированным контролем качества.

5. Комплексная реализация предложенных мероприятий позволяет сократить продолжительность возведения монолитного каркаса на 10–15 %, снизить материалоемкость арматурных работ на 3–5 % и повысить надежность формируемых конструкций, что подтверждает практическую значимость разработанных технологических решений.

Таким образом, повышение эффективности формирования монолитного каркаса многоэтажных зданий возможно только при условии реализации комплексного и научно обоснованного подхода к совершенствованию технологических процессов. Ключевым элементом такого подхода является рациональный выбор организационно-технологических решений, обеспечивающий согласованность операций опалубки, армирования и бетонирования, а также адаптацию технологических схем к конкретным условиям строительной площадки и характеристикам проектируемого объекта. Оптимизация конструктивно-технологических параметров, внедрение прогрессивных опалубочных систем, повышение точности арматурных работ и использование современных методов бетонирования позволяют существенно повысить стабильность технологических циклов и снизить вероятность возникновения дефектов железобетонных конструкций. Значительную роль в повышении эффективности монолитного домостроения играет цифровизация строительного производства. Применение информационного моделирования, технологий цифровых двойников, систем автоматизированного контроля параметров бетонной смеси и датчиков мониторинга твердения бетона формирует основу для оперативного управления строительными процессами и предотвращения отклонений от проектных значений. Интеграция данных инструментов в организационно-технологические схемы обеспечивает повышение точности плани-

рования, оптимизацию логистики, снижение материалоемкости и улучшение качества принимаемых инженерных решений.

Необходимым условием успешной реализации указанных мер является повышение квалификации инженерно-технического персонала, способного работать с цифровыми инструментами, анализировать технологические риски и обеспечивать высокий уровень управляемости производственными процессами. Сочетание профессиональной подготовки кадров, цифровых технологий и оптимизированных технологических решений формирует основу для создания устойчивой системы монолитного домостроения. Комплексная интеграция перечисленных направлений способствует сокращению продолжительности строительного цикла, повышению надежности и эксплуатационной стойкости формируемых конструкций, а также улучшению экономических показателей строительства. Такой подход обеспечивает устойчивое развитие технологий монолитного строительства и гарантирует качество, безопасность и эффективность возводимых зданий на всех этапах их жизненного цикла.

Список литературы

1. 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. URL: <https://www.vestnikmgsu.ru/jour/article/view/370> [дата обращения: 02.11.2025].
2. Алексейцев А.В., Антонов М.Д. Динамика безбалочных железобетонных каркасов сооружений при повреждении плит продавливанием // *Строительство и реконструкция*. 2021. № 4. С. 23–34. URL: <https://construction.elpub.ru/jour/article/view/388> [дата обращения: 02.11.2025].
3. Ахременко С.А., Викторов Д.А., Артамонова Е.Г. Рациональное проектирование геометрических и теплотехнических параметров одноквартирного жилого дома // *Теоретические основы теплогоснабжения и вентиляции*. 2020. С. 54. URL: <https://libryansk.ru/publikacii-v-sbornikah-nauchnyh-trudov-materialah-konferencij-ahremenko/> [дата обращения: 02.11.2025].
4. 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> [дата обращения: 02.11.2025].
5. 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-zhelezobetonnyimi-karkasami> [дата обращения: 02.11.2025].

References

1. Aleksetsev A.V., Antonov M.D. Dynamics of girderless reinforced concrete frames of structures in case of plate penetration damage. *Construction and reconstruction*, 2021, no. 4, pp. 23–34. (In Russian). URL: <https://construction.elpub.ru/jour/article/view/388> [Accessed: November 22, 2025].
2. Aleksetsev A.V., Antonov M.D. Resistance to progressive destruction of monolithic building frames with local damage to nodes from penetration. *Bulletin of MGSU*, 2024, vol. 19, no. 9, pp. 1454–1468. (In Russian). URL: <https://www.vestnikmgsu.ru/jour/article/view/370> [Accessed: November 02, 2025].
3. 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*, 2020, p. 54. (In Russian). URL: <https://libryansk.ru/publikacii-v-sbornikah-nauchnyh-trudov-materialah-konferencij-ahremenko/> [Accessed: November 02, 2025].
4. 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. (In Russian). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenki-nadezhnosti-vozvedeniya-zhilyh-zdaniy-s-monolitnymi-zhelezobetonnyimi-karkasami> [Accessed: November 02, 2025].
5. 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, no. 1 (1), p. 5–18. (In Russian). URL: <https://www.g-bk.ru/jour/article/view/4> [Accessed: November 02, 2025].

Информация об авторах /
Information about the authors

Абдуллаев Фуад Башир оглы*, студент, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград
Abdullaev Fuad Bashir ogly, student, Volgograd State Technical University, Volgograd
e42269084@gmail.com

Гущина Юлия Валерьевна, к.э.н., доцент, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград
Gushchina Yulia Valeryevna, Candidate of Economics, Associate Professor, Volgograd State Technical University, Volgograd

*Автор, ответственный за переписку/Corresponding author