



Перспективы развития технологии устройства монолитных перекрытий с несъемной опалубкой из высокопрофильного настила

В.А. Ермолаев^{1✉}, З.Р. Мухаметзянов²

^{1,2}Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия

Аннотация. Целью данной работы является выявление методологических пробелов в нормативной базе и обоснование направлений ее совершенствования для обеспечения возможности массового внедрения технологии устройства перекрытий с применением высокопрофильного настила СТ200-840. Актуальность систематизации нормативных требований возрастает при объеме сегмента перекрытий 7,6 тыс. т и прогнозируемом росте до 9 тыс. т к 2030 г. Применялся комплекс методов, включающий сравнительный анализ российских и зарубежных нормативных документов, маркетинговый анализ данных консалтинговой группы «Текарт» за 2022–2024 гг. и систематизацию результатов с выделением области регулирования каждого документа и выявленных методологических ограничений. Установлено, что действующие документы регламентируют преимущественно расчетные аспекты или общие требования к строительству, не охватывая технологические операции монтажа, армирования, герметизации и бетонирования для листов с высотой гофра 200 мм; выявлено отсутствие укрупненных нормативов трудозатрат и требований по интеграции с BIM-технологиями. Сравнение с зарубежными стандартами показало более высокую степень структурированности европейских и североамериканских нормативных документов. Формирование комплексной нормативно-методической базы с адаптацией зарубежного опыта создаст основу для массового внедрения технологии и обеспечит воспроизводимость организационно-технологических решений в различных сегментах строительства.

Ключевые слова: несъемная опалубка, профилированный настил, высокопрофильный лист, СТ200-840, монолитные перекрытия

Для цитирования: Ермолаев В.А., Мухаметзянов З.Р. Перспективы развития технологии устройства монолитных перекрытий с несъемной опалубкой из высокопрофильного настила // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2026. Т. 16. № 2. С. 334–341. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2026-2-334-341>. EDN: XZASNO.

Original article

Prospects for the development of technology for the installation of monolithic floors with non-removable formwork from high-profile flooring

Valery A. Ermolaev^{1✉}, Zinur R. Mukhametzyanov²

^{1,2}Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia

Abstract. The purpose of this work is to identify methodological gaps in the regulatory framework and substantiate the directions of its improvement to ensure the possibility of mass implementation of the technology of floor coverings using high-profile flooring ST200-840. The relevance of systematization of regulatory requirements increases with the volume of the overlap segment of 7.6 thousand tons and the projected growth to 9 thousand tons by 2030. A set of methods was used, including a comparative analysis of Russian and foreign regulatory documents, marketing analysis of data from the consulting group "Tekart" for 2022-2024. and systematization of the results, highlighting the regulatory area of each document and the identified methodological limitations. It was found that the current documents regulate mainly the design aspects or general requirements for construction, not covering the technological operations of installation, reinforcement, sealing and concreting for sheets with a corrugation height of 200

mm; the absence of consolidated standards of labor costs and requirements for integration with BIM technologies was revealed. Comparison with foreign standards has shown a higher degree of structurality of European and North American regulatory documents. The formation of a comprehensive regulatory and methodological framework with the adaptation of foreign experience will create the basis for the mass adoption of technology and ensure the reproducibility of organizational and technological solutions in various segments of construction.

Keywords: non-removable formwork, profiled flooring, high-profile sheet, ST200-840, monolithic floors

For citation: Ermolaev V.A., Mukhametzyanov Z.R. Prospects for the development of technology for the installation of monolithic floors with non-removable formwork from high-profile flooring. *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2026;16(2):334-341. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2026-2-334-341>. EDN: XZASNO.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях ускоренного темпа жилищного и гражданского строительства, ужесточения требований к срокам и качеству выполнения работ, а также постоянного роста себестоимости строительства, возрастающее значение приобретают технологии, обеспечивающие индустриализацию процессов и снижение трудозатрат. Одним из перспективных направлений является внедрение технологии устройства монолитных железобетонных перекрытий с использованием несъемной опалубки из профилированного настила, которая позволяет объединить функции формообразующего элемента и армирующего компонента, обеспечивая одновременно сокращение сроков работ, снижение металлоемкости и уменьшение потребности в инвентарной опалубке и трудовых ресурсах [1].

Особое внимание в данном контексте заслуживает применение профилированного настила типа СТ200-840, отличающегося высотой гофры 200 мм и способного перекрывать пролеты до 8 м без промежуточных опор. Несмотря на очевидные технико-экономические преимущества данной технологии, ее широкое практическое применение сдерживается отсутствием систематизированных организационно-технологических решений и недостаточной проработанностью нормативной базы, адаптированной к реалиям современных строительных площадок и учитывающей специфику работы с высокопрофильным настилом [2–5].

Действующие своды правил и стандарты ограничиваются перечнем требований к характеристикам и расчетной работе элемента, в то время как технологические процедуры монтажа, порядок укладки, способы фиксации листов, особенности армирования и бетонирования остаются неописанными, что обуславливает актуальность системного анализа существующей нормативной базы и определения направлений ее совершенствования.

МЕТОДЫ

Для достижения поставленной цели применялся комплекс методов, включающий сравнительный анализ нормативной документации, маркетинговый анализ и систематизацию данных. Сравнительный анализ охватывал российские нормативные документы (СП 48.13330.2019, СП 70.13330.2012, СП 260.1325800.2023, СП 266.1325800.2016, СП 414.1325800.2018, ГОСТ Р 58901-2020, ГОСТ 24045-2016, СТО 57398459-002-2011) и зарубежные стандарты (EN 1994-1-1:2004, EN 1993-1-3:2006, AISI S100-16) с позиции их применимости к технологии устройства перекрытий с использованием высокопрофильного настила СТ200-840.

Маркетинговый анализ проводился на основе данных консалтинговой группы «Текарт» за 2022–2024 гг. по структуре и динамике рынка несущего профлиста в различных сегментах строительства. Результаты анализа систематизировались в табличной форме с выделением области регулирования каждого документа, степени его применимости к профилю СТ200-840 и выявленных методологических ограничений.

Дополнительно применялся метод экспертной оценки нормативных требований на предмет полноты охвата организационно-технологических аспектов производства работ с высокопрофильными листами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Актуальность внедрения технологий устройства перекрытий с использованием несъемной опалубки подтверждается данными маркетинговых исследований, характеризующих состояние и динамику рынка профилированного настила в Российской Федерации.

Согласно результатам исследования консалтинговой группы «Текарт» на 2024 г., рынок несущего профлиста имеет устойчивую положительную динамику с дифференцированной

структурой потребления по сегментам строительства [6].

По итогам 2024 г. суммарный объем рынка несущего профлиста составил 144 тыс. т, что на 8 % превышает показатель предыдущего года, при этом среднегодовой темп роста в прогнозном периоде до 2030 г. оценивается на уровне 1,9 %.

Основной объем потребления приходится на коммерческое строительство (54,4 % рынка), где профилированный настил используется преимущественно в конструкциях плоских кровель, а также на промышленное строительство (25,1 %).

Вместе с тем доля жилищного строительства составляет лишь 5,5 % от общего объема рынка, что свидетельствует о недостаточной проработанности технологических решений применения профилированного настила в данном сегменте.

Прогнозируемое увеличение объема рынка до 180 тыс. т к 2030 г. создает благоприятные предпосылки для расширения области применения профилированного настила, включая его использование в качестве несъемной опалубки при устройстве межэтажных перекрытий.

Наиболее значимым с точки зрения перспектив развития технологии является сегмент применения профилированного настила в качестве несъемной опалубки при устройстве межэтажных перекрытий.

Объем данного сегмента рынка в 2024 г. составил лишь 7,6 тыс. т, что соответствует 5,3 % от общего объема рынка несущего профлиста. Применение профилированного настила для устройства перекрытий сконцентрировано исключительно в коммерческом (78 %) и социальном (22 %) строительстве, в то время как в жилищном строительстве данная технология практически не используется вследствие доминирования традиционной технологии монолитных железобетонных перекрытий на съемной опалубке.

Низкая доля сегмента перекрытий в структуре рынка при одновременном прогнозе его роста до 9 тыс. т к 2030 г. (среднегодовой темп роста 2,9 %) указывает на существенный потенциал развития технологии и необходимость разработки комплексных организационно-технологических решений, адаптированных к требованиям различных типов строительства.

Разработка организационно-технологических решений устройства монолитных перекрытий с применением несъемной опалубки из профилированного настила должна основываться на комплексном анализе положений взаимосвязанных нормативных документов,

регламентирующих не только расчетные характеристики и требования к материалам, но и организационно-технологические аспекты производства работ. Основопологающим нормативным документом при разработке технологии строительства является СП 48.13330.2019 «Организация строительства», в котором регламентированы принципы подготовки проектной и технологической документации, требования к разработке проектов производства работ, а также технические и организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность на строительной площадке [1].

Применительно к технологии устройства перекрытий с использованием несъемной опалубки из профиля СТ200-840 положения СП 48.13330.2019 могут быть использованы при разработке процедур укладки и фиксации профнастила, организации армирования, бетонирования, а также при формировании графика работ и технологической последовательности.

Документ требует адаптации общих положений к специфике работы с высокопрофильными элементами, поскольку содержащиеся в нем требования ориентированы преимущественно на традиционные опалубочные системы и не учитывают особенностей монтажа листов с высотой гофра 200 мм [1].

Вопросы непосредственного выполнения работ при устройстве монолитных железобетонных конструкций регламентируются СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции», который определяет требования к подготовке опалубки, последовательности и условиям бетонирования, режимам ухода за бетоном, допускам и контролю качества [7]. Документ не содержит специализированных рекомендаций относительно несъемных видов опалубки с листами, имеющими высокую высоту гофра и специфические особенности работы под нагрузкой.

Отсутствие в документе указаний по подготовке поверхности профилированного настила, герметизации стыков, а также методик оценки совместной деформации листа и бетона в период твердения представляет собой существенный пробел.

Расчетные аспекты проектирования тонкостенных стальных конструкций регламентируются СП 260.1325800.2023, устанавливающим методы расчета прочности, устойчивости, изгиба и кручения профилированных настилов, применяемых в качестве самостоятельных несущих элементов [8].

Применительно к исследуемой технологии данный свод правил используется на стадии

расчета профиля СТ200-840 как самостоятельного конструктивного элемента, воспринимающего технологические нагрузки в составе несъемной опалубки в период до набора бетоном проектной прочности, при этом документ не охватывает вопросы организационно-технологического обеспечения монтажных работ.

Принципы совместной работы металлических и бетонных элементов установлены в СП 266.1325800.2016, который описывает методы расчета на прочность, трещиностойкость, жесткость и огнестойкость, а также определяет требования к соединительным элементам, обеспечивающим механическое сцепление материалов [9].

Несмотря на то, что СП 266.1325800.2016 ориентирован преимущественно на расчет балочных и стержневых композитных конструкций, его методологические положения могут быть частично адаптированы к анализу плоских элементов перекрытий, выполненных по технологии с применением профиля СТ200-840, хотя документ не содержит прямых указаний по расчету подобных конструктивных систем.

Узкоспециализированным нормативным документом, непосредственно регламентирующим применение несъемной опалубки в строительстве, является СП 414.1325800.2018, в котором изложены требования к прочности, жесткости, адгезии, устойчивости и долговечности опалубочных элементов [2].

Вместе с тем в данном документе отсутствует конкретизация требований применительно к высокопрофильным листам типа СТ200-840, а также не раскрыты организационно-технологические аспекты их монтажа, устройства арматурного каркаса с учетом геометрии профиля, герметизации стыков для предотвращения утечки «цементного молока» и процедуры поэтапного контроля качества выполненных работ.

Методические основы расчета несущей способности профилированных настилов установлены в ГОСТ Р 58901-2020, который вводит экспериментально-теоретический подход к определению предельных нагрузок на холодногнутые профилированные листы и распространяется на профили различной высоты, включая крупноформатные листы типа СТ200-840 [10].

Стандарт также предусматривает рекомендации по проведению натурных испытаний и обеспечению надежности конструктивной работы профиля на стадии монтажа, что имеет принципиальное значение для технологии

несъемной опалубки.

Требования к исходному материалу для изготовления профилированных листов регламентируются ГОСТ 24045-2016, который устанавливает технические условия на оцинкованный стальной прокат с полимерным покрытием или без него, определяя параметры качества защитного покрытия, показатели стойкости к коррозионным воздействиям [11].

Единственной попыткой комплексной систематизации требований к конструкции перекрытий с применением несъемной опалубки на основе профнастила в отечественной нормативной практике является СТО 57398459-002-2011, который охватывает этапы проектирования, выполнения расчетов, выбора материалов [12]. Вместе с тем документ ориентирован преимущественно на профили типа Н75-Н114 с относительно небольшой высотой гофра и не содержит положений, адаптированных к высокопрофильным листам.

Исследование зарубежного опыта нормативного регулирования показало, что европейские и североамериканские стандарты обладают более высокой степенью структурированности. Европейский стандарт EN 1994-1-1:2004 (Eurocode 4) описывает принципы проектирования композитных конструкций из стали и бетона, включая перекрытия с профилированными настилами в качестве несъемной опалубки, устанавливая методы расчета прочности, жесткости, сдвиговой прочности контактной зоны [13].

Требования к расчету холодногнутых стальных профилей регламентируются стандартом EN 1993-1-3:2006 (Eurocode 3), а в североамериканской практике применяется стандарт AISI S100, который устанавливает расчетные требования к тонкостенным профилям. Для систематизации результатов анализа нормативной базы целесообразно представить основные документы и области их применимости (таблица).

Проведенный анализ нормативно-методических документов обнаруживает расхождение между фактической практикой применения высокопрофильных листов в монолитных перекрытиях и степенью их нормативной формализации. Существующие документы преимущественно охватывают либо расчетные аспекты прочности и жесткости отдельных элементов, либо устанавливают общие требования к организации строительного процесса, не обеспечивая при этом комплексной технологической регламентации всего цикла работ с несъемной опалубкой [2, 7, 9].

Анализ применимости нормативных документов к технологии устройства перекрытий с несъемной опалубкой из профиля СТ200-840

Analysis of the applicability of regulatory documents to the technology of constructing floors using permanent formwork made of ST200-840 profile

Нормативный документ	Область регулирования	Применимость к СТ200-840	Выявленные ограничения
СП 48.13330.2019	Организация строительства, ППР	Частичная	Ориентация на традиционные опалубочные системы
СП 70.13330.2012	Несущие и ограждающие конструкции, бетонирование	Частичная	Отсутствие рекомендаций по несъемной опалубке с высоким профилем
СП 260.1325800.2023	Расчет тонкостенных стальных конструкций	Полная (расчет)	Не охватывает организационно-технологические аспекты
СП 266.1325800.2016	Сталежелезобетонные конструкции	Частичная	Ориентация на балочные элементы, не на плиты
СП 414.1325800.2018	Несъемная опалубка	Частичная	Отсутствие конкретизации для высокопрофильных листов
ГОСТ Р 58901-2020	Методика расчета несущей способности	Полная (расчет)	Не содержит технологических рекомендаций
ГОСТ 24045-2016	Технические условия на материал	Полная	–
СТО 57398459-002-2011	Перекрытия с несъемной опалубкой	Ограниченная	Ориентация на профили Н75-Н114
EN 1994-1-1:2004	Композитные конструкции (Eurocode 4)	Высокая	Требуется адаптации к российским условиям
EN 1993-1-3:2006	Холодногнутые профили (Eurocode 3)	Высокая	Требуется адаптации к российским условиям
AISI S100	Холодногнутые стальные элементы	Высокая	Требуется адаптации к российским условиям

Для обоснования эффективности технологии несъемной опалубки из высокопрофильного настила СТ200-840 необходимо нормативно-техническое обеспечение, которое должно включать регламентацию важных технологических операций – герметизацию стыков, организацию армирования в условиях ограниченного пространства между гофрами и обеспечения качественного бетонирования [1, 2]. Явным ограничением для широкого внедрения технологии является отсутствие в действующих нормативах укрупненных показателей трудозатрат и сметных расценок, учитывающих специфику работ с высокопрофильным настилом, что осложняет составление проектно-сметной документации и календарное планирование строительства.

Анализ также выявил, что отечественная система нормативов не отражает новых вызовов, связанных с внедрением цифровых методов управления строительством, в частности

технологий информационного моделирования, которые особенно важны при организации точной логистики монтажа.

Зарубежные нормативные документы, в частности EN 1994-1-1:2004, EN 1993-1-3 и AISI-S100-16-2020, обладают более высокой степенью структурированности и ориентированы на воспроизводимую промышленную реализацию технологии и проектирование [13]. Это свидетельствует о более зрелой стадии нормативного обеспечения и подтверждает целесообразность адаптации зарубежного опыта к российской практике с учетом специфики отечественных условий строительства и действующей системы технического регулирования. Анализ европейских и североамериканских стандартов показывает возможность прямого заимствования ряда методологических подходов, в частности методик расчета сдвиговой прочности контактной зоны из EN 1994-1-1:2004, которые необходимо учесть перед

адаптацией технологии самой технологии устройства перекрытия с профилированным листом с высокой высотой волны. Учитывая все это, возможна интеграция общей технологии, включая совместный конструктивный и организационный подход в российскую практику без существенных изменений, но с более детальным изучением и дополнением. Все расчеты и технологии, описанные в зарубежных стандартах, основаны на базовых физических принципах взаимодействия стали и бетона, механизмах передачи сдвиговых усилий через профилированную поверхность и не зависят от региональных особенностей применения, что в условиях строительства на территории России тоже стоит принимать в расчет. Математический аппарат для определения несущей способности на сдвиг, учитывающий геометрические параметры профиля, прочностные характеристики материалов и условия нагружения, может быть напрямую применен для профиля СТ200-840, поскольку базируется на универсальных закономерностях механики композитных конструкций. Вместе с тем значительная часть зарубежных нормативных требований требует адаптации к отечественным условиям, прежде всего это касается требований к сталям, поскольку европейские и североамериканские стандарты ориентированы на иные марки стали и системы классификации материалов по сравнению с действующими российскими стандартами ГОСТ. Различия в химическом составе, механических свойствах и технологии производства российских и зарубежных сталей обуславливают необходимость пересмотра расчетных сопротивлений, коэффициентов надежности по материалу и условий работы, а также требуют проведения дополнительных экспериментальных исследований для подтверждения применимости зарубежных расчетных моделей к отечественным материалам и обеспечения требуемого уровня надежности конструкций.

Формирование обоснованных методиче-

ских рекомендаций при проектировании и организации строительства позволит не только расширить область применения данной технологии и повысить ее воспроизводимость, но и создать основу для стандартизации методик проектирования, организации производства работ и контроля качества.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для обеспечения развития применения высокопрофильного настила СТ200-840 в технологии устройства монолитных перекрытий с несъемной опалубкой необходима разработка организационно-технологической модели, состоящей из пяти основных этапов: систематизации нормативно-технической документации для высокопрофильных листов с высотой гофра 200 мм; разработки типовых технологических карт для выполнения монтажных работ; создания укрупненных нормативов трудозатрат и сметных расценок; формирования регламентов контроля качества производства работ; интеграции с современными цифровыми методами управления строительством.

Основой же данной модели должна служить нормативно-техническая документация, которая применяется для существующих профилированных листов, при этом необходима ее доработка дополнительной разработкой организационно-технологических решений, адаптированных к специфике высокопрофильного настила.

Анализ рыночной ситуации показал значительный потенциал развития технологии: при текущем объеме сегмента перекрытий в 7,6 тыс. т и прогнозируемом росте до 9 тыс. т к 2030 г., формирование комплексной нормативно-методической базы с адаптацией зарубежного опыта создаст основу для массового внедрения технологии в различных сегментах строительства, обеспечив воспроизводимость решений, безопасность производства работ и достижение технико-экономического эффекта за счет индустриализации строительных процессов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Mukhametzyanov Z., Oleinik P. Sustainability Method Organizational and Technological Decisions in the Construction of Industrial Complexes // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 258. P. 1–8. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125809056>.
2. Ермолаев В.А. Роль профилированного листа в металлоемкости проекта при использовании прогонной системы // Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства. Сб. статей межвуз. науч.-практ. конф. (г. Санкт-Петербург, 19 апреля 2024 г.). СПб., 2024. С. 105–110. EDN: NHBPGM.
3. Ермолаев В.А., Мухаметзянов З.Р. Профилированный лист с высокой высотой волны в железобетонных перекрытиях: проблематика и вопросы технологии устройства // Проблемы строительного комплекса России. Материалы XXIX Международной научно-технической конференции, посвященной памяти профессора В.В. Бабкова (г. Уфа, 28 февраля 2025 г.). Уфа, 2025. С. 94–96. EDN: LQEXHO.

4. Мухаметзянов З.Р., Разяпов Р.В. Разработка организационных решений на основе технологического взаимодействия между строительными работами и процессами // Научный журнал строительства и архитектуры. 2018. № 1. С. 65–71. EDN: VXYOIP.
5. Дорф В.А., Красновский Р.О., Капустин Д.Е., Рогачев К.Е. Перспективы развития одного из направлений сборно-монолитного метода строительства при возведении жилых и общественных зданий // Архитектура и строительство России. 2013. № 12. С. 10–15. EDN: RPWRIF.
6. Боброва Н.Е., Волкова Л.В. Системы менеджмента качества как основной вид контроля качества в строительстве // Молодой ученый. 2019. № 46. С. 54–57. EDN: MGXHTQ.
7. Безгодов И.М. О повышении предела прочности и деформативности бетона при растяжении // Бетон и железобетон. 2012. № 1. С. 5–8.
8. Капустин Д.Е. Сталефибробетонная опалубка в качестве несущего конструктивного элемента // Научное обозрение. 2015. № 14. С. 77–80. EDN: UMLRWH.
9. Крылов С.Б., Арленинов П.Д. Критическая сила для железобетонных стержневых элементов // Academia. Архитектура и строительство. 2012. № 2. С. 136–138. EDN: PYDVFV.
10. Безгодов И.М. О соотношениях прочностных и деформативных характеристик бетона при сжатии, растяжении и растяжении при изгибе // Бетон и железобетон. 2012. № 2. С. 2–5.
11. Rongxu Liu, Ion Sucala V., Luis M., Khaled L.S. Systematic Review of Service Quality Models in Construction // Buildings. 2025. Vol. 15. Iss. 13. P. 1–29. <https://doi.org/10.3390/buildings15132331>.
12. Zuo Caixia, Yang Jing Digital Technology of Construction Monitoring and Quality Control of Prefabricated Building Engineering // Novel Technology and Whole-Process Management in Prefabricated Building. Singapore: Springer, 2024. Vol. 382. P. 254–262. https://doi.org/10.1007/978-981-97-5108-2_27.
13. Elenany Y., Abbas S., Wasef M., Ali I., Beheiry S.M. A Systematic Review of Automation Technologies used in Construction Safety Management // World Journal of Science, Technology and Sustainable Development. 2024. Vol. 19. Iss. 3/4. P. 267–283. <https://doi.org/10.47556/J.WJSTSD.19.3-4.2024.11>.

REFERENCES

1. Mukhametzyanov Z., Oleinik P. Sustainability Method Organizational and Technological Decisions in the Construction of Industrial Complexes. *E3S Web of Conferences*. 2021;258:1-8. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125809056>.
2. Ermolaev V.A. The Role of the Profiled Sheet in The Metal Consumption of the Project When Using a Run-Through System. In: *Sovremennye napravleniya razvitiya tekhnologii, organizatsii i ekonomiki stroitel'stva. Sbornik statei mezhvuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Modern Trends in the Development of Construction Technology, Organization, and Economics. Proceedings of the Inter-University Scientific and Practical Conference*. 19 April 2024, Saint Petersburg. Saint Petersburg; 2024. P. 105–110. (In Russ.). EDN: NHBPGM.
3. Ermolaev V.A., Mukhametzyanov Z.R. Deep-Ribbed Profiled Sheeting in Reinforced Concrete Floor Slabs: Challenges and Installation Technology Issues. In: *Problemy stroitel'nogo kompleksa Rossii. Materialy XXIX Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii, posvyashchennoi pamyati professora V.V. Babkova = Problems of the Construction Complex of Russia. Proceedings of the XXIX International Scientific and Technical Conference Dedicated to the Memory of Professor V.V. Babkov*. 28 February 2025, Ufa. Ufa; 2025. P. 94–96. (In Russ.). EDN: LQEXHO.
4. Mukhametzyanov Z.R., Razyapov R.V. Mechanism of Development of Organizational Solutions Based on a Technological Interaction between Construction Works and Processes. *Russian Journal of Building Construction and Architecture*. 2018;1:65-71. (In Russ.). EDN: VXYOIP.
5. Dorf V.A., Krasnovsky R.O., Kapustin D.E., Rogachev K.V. Prospects for the Development of One of the Directions of Prefabricated-Cast-In-Place Method of Construction of Residence and Public Buildings. *Architecture and Construction of Russia*. 2013;12:10-15. (In Russ.). EDN: RPWRIF.
6. Bobrova N.E., Volkova L.V. Quality Management Systems as the Primary form of Quality Control in Construction. *Molodoi uchenyi*. 2019;46:54-57. (In Russ.). EDN: MGXHTQ.
7. Bezgodov I.M. On Increasing the Tensile Strength and Deformability of Concrete. *Beton i zhelezobeton*. 2012;1:5-8. (In Russ.).
8. Kapustin D.E. Steel-Fibrous Concrete Casing as a Bearing Structural Element. *Nauchnoe obozrenie*. 2015;14:77-80. (In Russ.). EDN: UMLRWH.
9. Krylov S.B., Arleninov P.D. Critical Force for Reinforced Concrete Rod. *Academia. Architecture and Construction*. 2012;2:136-138. (In Russ.). EDN: PYDVFV.
10. Bezgodov I.M. On The Relationships between Strength and Deformation Characteristics of Concrete under Compression, Tension, and Flexural Tension. *Beton i zhelezobeton*. 2012;2:2-5. (In Russ.).
11. Rongxu Liu, Ion Sucala V., Luis M., Khaled L.S. Systematic Review of Service Quality Models in Construction. *Buildings*. 2025;15(13):1-29. <https://doi.org/10.3390/buildings15132331>.
12. Zuo Caixia, Yang Jing Digital Technology of Construction Monitoring and Quality Control of Prefabricated

Building Engineering. In: *Novel Technology and Whole-Process Management in Prefabricated Building*. Singapore: Springer, 2024. Vol. 382. P. 254–262. https://doi.org/10.1007/978-981-97-5108-2_27.

13. Elenany Y., Abbas S., Wasef M., Ali I., Beheiry S.M. A Systematic Review of Automation Technologies used in Construction Safety Management. *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*. 2024;19(3/4):267-283. <https://doi.org/10.47556/J.WJSTSD.19.3-4.2024.11>.

Информация об авторах

Ермолаев Валерий Анатольевич,
аспирант,
Уфимский государственный нефтяной
технический университет,
450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1, Россия,
✉e-mail: valeraermolaev1979@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0006-3532-1367>
Author ID: 1261881

Мухаметзянов Зинур Ришатович,
д.т.н., профессор кафедры автомобильные
дороги, мосты и транспортные сооружения,
Уфимский государственный нефтяной
технический университет,
450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1, Россия,
e-mail: zinur-1966@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3792-5854>
Author ID: 390723

Information about the authors

Valery A. Ermolaev,
Postgraduate Student,
Ufa State Petroleum Technological University,
1 Kosmonaftov St., Ufa 450062,
Russia,
✉e-mail: valeraermolaev1979@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0006-3532-1367>
Author ID: 1261881

Zinur R. Mukhametzyanov,
Dr. Sci. (Eng.), Professor of the Department
of Roads, Bridges, and Transport Facilities,
Ufa State Petroleum Technological University,
1 Kosmonaftov St., Ufa 450062,
Russia,
e-mail: zinur-1966@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3792-5854>
Author ID: 390723

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад
в подготовку публикации.

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта
интересов.

Все авторы прочитали и одобрили
окончательный вариант рукописи.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests
the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved
by all the co-authors.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 12.01.2026.
Одобрена после рецензирования 11.02.2026.
Принята к публикации 16.02.2026.

Information about the article

The article was submitted 12.01.2026.
Approved after reviewing 11.02.2026.
Accepted for publication 16.02.2026.