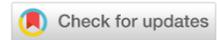


СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

BUILDING CONSTRUCTIONS, BUILDINGS AND ENGINEERING STRUCTURES



УДК 692

Оригинальное эмпирическое исследование

<https://doi.org/10.23947/2949-1835-2025-4-1-7-14>

Особенности конструктивных решений объемных блоков из легкого фиброторкретбетона с несъемной опалубкой



EDN: BLPQOB

Л.Р. Маилян¹ , Т.А. Иванова² , Н.В. Андреева³ , И.А. Магеррамова³ 

¹Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

²Кубанский государственный аграрный университет им. Трубилина, г. Краснодар, Российская Федерация

³Балаковский инженерно-технологический институт, г. Балаково, Российская Федерация

✉ Lrm@aanet.ru

Аннотация

Введение. В данной статье приводятся конструктивные особенности объемных блоков, изготовленных из фиброторкретбетона с использованием опалубки из влагостойкого гипсокартона. Также изложены основные принципы, которые описывают характеристики конструкции с формообразованием данных объемных блоков, реализованных с помощью технологии торкретирования. Это особенно актуально для мало- и среднеэтажного строительства.

Материалы и методы. Для формообразования конструкции фиброторкретбетонных объемных блоков с опалубкой на основе влагостойкого гипсокартона (далее ГКЛВ) предлагается использовать систему базовых принципов, позволяющих повысить энергоэффективность, снизить затраты и способствующих утилизации безопасных отходов промышленности.

Применение базовых принципов, положенных в основу разработки объемного блока из легкого фиброторкретбетона с несъемной опалубкой, позволило осуществить системный подход к конструктивному решению.

Результаты исследования. Внедрение эффективного инновационного метода позволило разработать железобетонный объемный блок с использованием технологии торкретирования. Этот подход позволил уменьшить затраты труда, повысить прочностные характеристики и обеспечить возможность производства объемного блока как в заводских условиях, так и непосредственно на строительной площадке.

Обсуждение и заключение. Созданная авторами многослойная структура объемных блоков нового поколения из фиброторкретбетона основывается на ключевых принципах, которые подчеркивают эффективность их использования при строительстве зданий малой и средней этажности.

Ключевые слова: фиброторкретбетонные объемные блоки, несъемная гипсокартонная опалубка, технология мокрого торкретирования, базовые принципы формообразования

Для цитирования. Маилян Л.Р., Иванова Т.А., Андреева Н.В., Магеррамова И.А. Особенности конструктивных решений объемных блоков из легкого фиброторкретбетона с несъемной опалубкой. *Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий*. 2025;4(1):7–14. <https://doi.org/10.23947/2949-1835-2025-4-1-7-14>

Design Features of Volumetric Blocks Made of Lightweight Fibrotorcrete with Non-removable Formwork

Levon R. Mailyan¹ , Tatiana A. Ivanova² , Natalia V. Andreeva³ , Inna A. Magerramova³ 

¹Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

²Cuban State Agrarian University named after Trublina, Krasnodar, Russian Federation

³Balakovo Institute of Engineering and Technology, Balakovo, Russian Federation

✉ Lrm@aanet.ru

Abstract

Introduction. This article analyzes the design features of volumetric blocks made of fibroblast concrete using a formwork made of moisture-resistant drywall. The basic principles that describe the characteristics of the design with the shaping of these volumetric blocks implemented using shotcrete technology are also outlined. This is especially true for low- and medium-rise buildings.

Materials and methods. To form the construction of fiber-reinforced concrete volumetric blocks with formwork based on moisture-resistant drywall (hereinafter referred to as GCLV), it is suggested that a system of basic principles is used that increases energy efficiency, reduces costs, and promotes the disposal of safe industrial waste.

The application of the basic principles underlying the development of a volumetric block made of lightweight fibrotorcrete with non-removable formwork enabled a systematic approach to a constructive solution to be implemented.

Results. The introduction of an effective innovative method made it possible to develop a reinforced concrete volumetric block created using shotcrete technology. This approach has made it possible to reduce labor costs, increase strength characteristics, and enable the production of bulk blocks both in the factory and directly on the construction site.

Discussion and Conclusion. The multilayer structure of new-generation bulk blocks made of fibrotorcrete created by the authors is based on the key principles that emphasize the effectiveness of their use in the construction of buildings with small and medium storeys.

Keywords: fibroblast concrete volumetric blocks; non-removable gypsum-cardboard formwork; wet shotcrete technology; basic principles of shaping

For citation. Mailyan LR, Ivanova TA, Andreeva NV, Maharramova IA Design Features of Volumetric Blocks Made of Lightweight Fibrotorcrete with Non-removable Formwork. *Modern Trends in Construction, Urban and Territorial Planning*. 2025;4(1):7–14. <https://doi.org/10.23947/2949-1835-2025-4-1-7-14>

Введение. Современные технологии в строительной отрасли пользуются большим спросом, поскольку для увеличения объемов возведения зданий необходимо снижение затрат на строительство и уменьшение типов производства работ. Ключевым моментом выступает повышенная энергоэффективность проектных решений при одновременном уменьшении материально-энергетических расходов [12].

Инновационные модульные конструкции в настоящее время представлены объемно-модульными зданиями. В отечественной практике стратегический подход к развитию домостроительных комбинатов фокусируется на проектировании быстросборных модульных объектов, что содействует снижению стоимости конечного жилья и уменьшению сроков его возведения [4–11].

Целью данной работы является создание системы проектирования и изготовления объемных блоков, учитывающей особенности и специфику данной отрасли. При разработке таких систем необходимо опираться на принципы, которые учитывают достоинства и эффективность применения объемных блоков в сфере строительства. Важно учитывать, что архитектурные и инженерные решения должны соответствовать уникальным требованиям и условиям, связанным с использованием этих материалов. Эффективное проектирование требует комплексного подхода, учитывающего не только технологические аспекты, но и экономические и экологические факторы. Правильное внедрение методов и технологий поможет повысить качество и снизить затраты на строительство, что в конечном итоге приведет к улучшению общих показателей проектирования и производства. Поэтому ключевым моментом становится гармонизация всех этапов создания, начиная от идеи и заканчивая фактическим строительством, что обеспечит максимальную эффективность и долговечность конечного продукта в строительной практике.

Материалы и методы. Оптимизацию проектирования зданий с использованием объёмно-блочного домостроения можно осуществить с внедрением системы ключевых базовых принципов (рис. 1), которые составляют ее основу. Эти принципы помогают структурировать процесс проектирования и учесть все важные аспекты, что в свою очередь повышает общую эффективность строительства. Внедрение таких стандартов позволяет не только

минимизировать временные и финансовые затраты, но и улучшить качество конечного продукта. Предложенная система включает в себя различные элементы, направленные на систематизацию проектных работ и интеграцию современных технологий. В результате, реализуя указанные принципы, возможно достичь гармоничного сочетания функциональности и эстетики, что соответствует современным требованиям к возведению зданий. Это важно для обеспечения долговечности и устойчивости конструкций в будущем, а также для удовлетворения потребностей пользователей и заказчиков, что делает процесс проектирования более эффективным и адаптированным к современным условиям.



Рис. 1. Основные базовые принципы объемно-блочного домостроения

Принцип внедрения *ресурсосберегающих технологий* предполагает использование региональных ресурсов и материалов, полученных из безопасно переработанных промышленных отходов. Такой подход позволяет не только оптимизировать затраты на производство строительных конструкций, но и содействовать утилизации отходов различных производств.

Принцип ресурсосбережения направлен на реализацию государственной «Стратегии развития промышленного сектора в части обработки, обезвреживания и ликвидации отходов производства и потребления до 2030 года» [1].

Создание монолитной пространственной конструкции объемного блока по технологии мокрого торкретирования основывается на *принципе формообразования*. Характерной особенностью данного метода является использование несъемной гипсокартонной односторонней опалубки, что оптимизирует технологический процесс изготовления объемных блоков за счет сокращения трудозатрат.

Формирование функциональной части с дальнейшей компоновкой объемных блоков в различные *объемно-планировочные решения* выполняет *принцип функциональности*.

Принцип мобильности предполагает создание производства объемных блоков не только на заводе, но и непосредственно на строительном объекте. Применение этого подхода, основанного на технологии торкретирования, позволит сократить расходы на перевозку громоздких конструкций к месту строительства и расширить географические рамки объемно-блочного домостроения. Такой метод значительно облегчит процесс строительства в удаленных или труднодоступных районах, где традиционные способы поставки могут оказаться затруднительными и дорогостоящими. В результате использование мобильного производства станет ключевым фактором для повышения эффективности и экономичности в сфере строительства, открывая новые горизонты для реализации объемно-блочных проектов. Это не только ускорит процесс возведения зданий, но и сделает его более доступным для различных регионов, способствуя развитию инфраструктуры в различных уголках страны.

Расширение области использования объемных блоков, созданных при помощи технологии мокрого торкретирования, заключается в том, что их можно производить как на организованном производстве, так и непосредственно на месте строительства. Это подчеркивает особенность принципа мобильности.

Существующие конструктивные решения объемных блоков не эффективны в полной мере, так как не отвечают базовым принципам современного объемно-блочного домостроения, соответствующего стратегии развития государства в области ресурсосбережения. При этом существующие формы объемных блоков не дают возможности расширить композиционное и объемно-планировочное решение таких зданий. Традиционные подходы к

проектированию и технологии их строительства не обеспечивают широкое применение объемно-блочного домостроения в строительной отрасли. Поэтому инновационным подходом для реализации базовых принципов является применение технологии мокрого торкретирования для объемных блоков из легкого фиброторкретбетона.

Предлагаемый блок-коллап из легкого фиброторкретбетона является многослойной конструкцией. Такой блок можно использовать для возведения зданий малой и средней этажности. В отличие от классической заводской технологии изготовления здесь используется метод мокрого торкретирования, что предполагает вывести строительство объемных блоков на новый уровень, так как они будут производиться непосредственно на строительной площадке. Это позволит не только расширить географию строительства, но и разработать новую номенклатуру изделий данного типа, а также снизить затраты на транспортировку готовых заводских изделий.

В основе предлагаемого метода проектирования лежит принцип формообразования, предполагающий одновременное формирование конструкции в условиях проектирования и производства. Данный подход позволяет создавать целостный монолитный пространственный элемент.

Результаты исследования. Основным принципом проектирования пространственных блоков из фиброторкретбетона служит концепция формообразования, направленная на создание нового пространства с функциональными зонами.

Запатентованная конструкция объемного блока включает в себя: поперечные стены, оконные и дверные проемы, П-образную продольную несущую конструкцию. Общий вид объемного блока типа «коллап» представлен на рис. 2 [2].

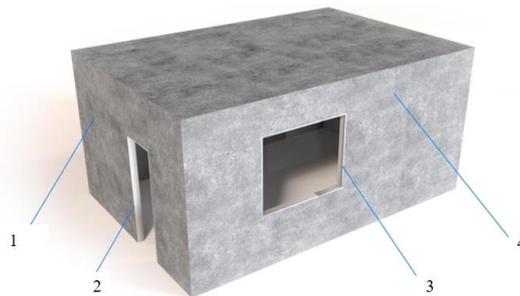


Рис. 2. Конструктивное решение фиброторкретбетонного объемного блока:

1 — поперечная стена; 2 — дверной проем; 3 — оконный проем; 4 — П-образная продольная несущая конструкция [2]

Фиброторкретбетонный объемный блок, смоделированный по основным базовым принципам (рис. 1), характеризуется рядом отличительных особенностей:

- односторонняя гипсокартонная опалубка, которая выступает в качестве внутренней облицовки;
- использование ресурсосберегающих составов бетона с отходами промышленности;
- минимизация технологических этапов в рамках организованного производства способом мокрого торкретирования на стройплощадке.

Высокая эффективность конструктивного решения с использованием легкого фибробетона на основе отходов промышленности для изготовления несущих элементов доказана экспериментальными работами авторов [3]. Подтверждена высокая эффективность их применения, в том числе и для фиброторкретбетонных объемных блоков. Это позволяет на практике реализовать принцип ресурсосбережения в рамках стратегии развития государства.

Особенностью конструктивного решения является применение в качестве несущих стен объемных блоков многослойной конструкции (рис. 3). Величина несущего слоя варьируется в зависимости от региона строительства и энергоэффективности принятого конструктивного решения.

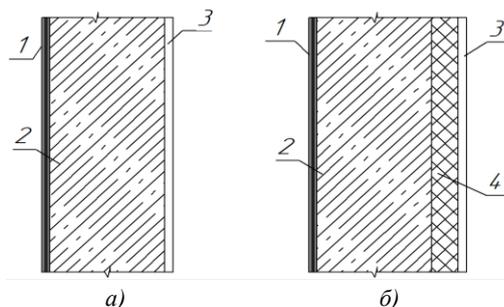


Рис. 3. Несущая конструкция разработанного объемного блока:

а — однослойная, б — двухслойная;

1 — несъемная гипсокартонная опалубка; 2 — несущий фиброторкретбетонный слой;

3 — торкрет-штукатурка; 4 — слой плитного утеплителя

Предложенное проектное решение объемного блока конфигурации по типу «колпак» расширяет возможности планировочных решений для подобных зданий. В частности, предлагается объемный блок-колпак эркерного типа из фиброторкретбетона (рис. 4, а).

Проектное решение конфигурации по типу «колпак» объемного блока нового поколения расширяет возможности планировочных решений для подобных зданий. В статье рассматривается использование фиброторкретбетона для создания объемного блок-колпака эркерного типа, что позволяет улучшить архитектурные и функциональные характеристики зданий. Также учтена эффективность применения данного материала в строительстве и его влияние на устойчивость и долговечность конструкций.

Новый тип объемного железобетонного блока нового поколения (рис. 4, б) — это П-образная несущая конструкция с поперечными стенами, способными воспринимать нагрузки без дополнительной опоры. В этих стенах предусмотрены проемы для окон и дверей. Блок изготовлен из легкого армированного фиброторкретбетона и является монолитным пространственным элементом с пятью гранями. Для увеличения несущей способности зоны сопряжения несущих рам блока по периметру армированы дополнительными сетками. Жёсткость элементов стен с проемами регламентирована их размерами по ширине с учетом угловых участков стен.

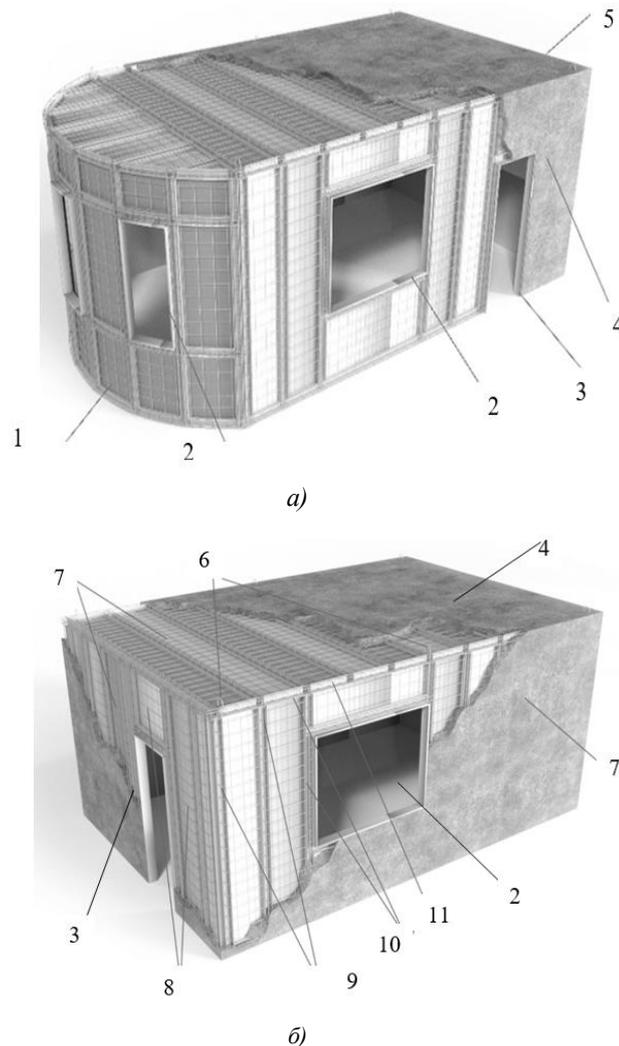


Рис. 4. Конструктивное решение:

а — объемный блок с эркером; б — прямоугольный объемный блок;

- 1 — эркер; 2 — оконный проем; 3 — дверной проем; 4 — П-образная продольная несущая конструкция; 5 — поперечная стена; 6 — монтажные петли; 7 — слой фиброторкретбетона; 8 — арматурная сетка; 9 — рамный арматурный каркас; 10 — металлический профиль; 11 — обвязочный арматурный каркас [2]

Одним из главных преимуществ предложенной конструкции является возможность использования несъемной опалубки из высокопрочного влагостойкого гипсокартона, которая является односторонней. Это позволяет получать ровные поверхности, пригодные для различных отделочных работ.

Влагостойкий гипсокартон согласно нормативной документации способен выдерживать влажность воздуха до 85 %, что в свою очередь допустимо для применения в гражданских зданиях с относительной влажностью воздуха до 60 %. При торкретировании мокрой смеси на опалубку из гипсокартона происходит моментальное сцепление и образование контактного слоя, обеспечивающего целостность опалубки.

Использование гипсокартонной опалубки способствует сокращению трудозатрат, поскольку она предоставляет законченную внутреннюю отделку пространства.

Обсуждение и заключение. Технология торкретирования в составе основных принципов по строительству объемных блоков нового поколения дает возможность использовать нестандартные объемно-планировочные решения и изменять технологическую схему производства таких конструкций в условиях стройплощадки. Включение в состав блоков допустимых видов отходов производства, повышение прочности исходных материалов и получение экономического эффекта от замены традиционных материалов с учетом географических особенностей строительства способствует не только снижению стоимости конструкций, но и ускорению процесса утилизации отходов. Это соответствует принципам рационального природопользования и минимизации негативного воздействия на окружающую среду [1]. Возможность изготовления объемных блоков на строительной площадке позволит сделать более массовым объемно-блочное домостроение.

Список литературы/References

1. *Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года.* Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 января 2018 г. № 84-р.

Industrial Development Strategy for Processing, Disposal and Neutralization of Industrial and Consumer Waste for the Period up to 2030. Decree of the Government of the Russian Federation No. 84-r dated January 25, 2018. (In Russ.).

2. Голова Т.А., Маилян Н.В., Андреева Н.В. *Железобетонный объемный блок и способ его изготовления.* Патент РФ, № 2781969 С1. 2022.

Golova TA, Mailyan NV, Andreeva NV *Reinforced Concrete Volumetric Block and the Method of its Production.* Patent of the Russian Federation, No. 2781969 C1. 2022. (In Russ.).

3. Голова Т.А., Андреева Н.В., Магеррамова И.А. Технология производства неавтоклавных пенобетонов, дисперсно-армированных модифицированными волокнами. *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета.* 2020;1(78):126–135.

Golova TA, Andreeva NV, Magerramova IA *Production Technology of Non-autoclaved Foam Concrete Dispersed and Reinforced with Modified Fibers.* *Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering.* 2020;1(78):126–135. (In Russ.).

4. Абрамян С.Г., Улановский И.А. Модульное строительство и возможность применения модульных конструкций при надстройке зданий. *Инженерный вестник Дона.* 2018;4(51). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modulnoe-stroitelstvo-i-vozmozhnost-primeneniya-modulnyh-konstruktsiy-pri-nadstroyke-zdaniy/> (дата обращения 19.02.2025).

Abramyan SG, Ulanovsky IA *Modular Construction and the Possibility of Using Modular Structures in Building Superstructure.* *Don Engineering Bulletin.* 2018;4(51). (In Russ.) URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modulnoe-stroitelstvo-i-vozmozhnost-primeneniya-modulnyh-konstruktsiy-pri-nadstroyke-zdaniy/> (accessed: 19.02.2025).

5. Абрамян С.Г., Честнова А.В., Оганесян О.В., Петросян Р.О., Черешнев Л.И., Арутюнян Л.А. Технологичность трансформирующихся и нетрансформирующихся объемных блок-модулей при возведении строительных систем. *Инженерный вестник Дона.* 2023;10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologichnost-transformiruyuschih-sya-i-netransformiruyuschih-sya-obemnyh-blok-moduley-pri-vozvedenii-stroitelnyh-sistem> (дата обращения 19.02.2025).

Abrahamyan SG, Chestnova AV, Oganesyanyan OV, Petrosyan RO, Chereshev LI, Harutyunyan LA *Manufacturability of Transforming and Non-transforming Volumetric Block Modules in the Construction of Building Systems.* *Don Engineering Bulletin.* 2023;10. (In Russ.) URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologichnost-transformiruyuschih-sya-i-netransformiruyuschih-sya-obemnyh-blok-moduley-pri-vozvedenii-stroitelnyh-sistem> (accessed: 19.02.2025).

6. Макарычев К. В., Воронин И.С., Тарасова К.Г. Перспективы технологии объемно-блочного строительства. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук.* 2023;12–3(87):118–121. <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2023-12-3-118-121>

Makarychev KV, Voronin IS, Tarasova KG *Prospects of the Technology of Volumetric Block Construction.* *International Journal of Humanities and Natural Sciences.* 2023;12–3(87):118-121. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/2500-1000-2023-12-3-118-121>

7. Ferdous W, Yu B, Ngo T, Manalo A, Mendis P New Advancements, Challenges and Opportunities of Multi-storey Modular Buildings — A State-of-the-art Review. *Engineering Structures*. 2019;183:883–893. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.01.061>
8. Thai H, Ngo T, Uy B A Review on Modular Construction for High-rise Buildings. *Structures*. 2020;28:1265–1290. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.09.070>
9. Ализаде С.А. Объемно-блочное домостроение: опыт и перспективы развития. *Архитектура и дизайн*. 2017;1:38–52. <https://doi.org/10.7256/2585-7789.2017.1.23079>
Alizadeh SA Volumetric and Block Housing Construction: Experience and Development Prospects. *Architecture and Design*. 2017;1:38–52. (In Russ.) <https://doi.org/10.7256/2585-7789.2017.1.23079>
10. Белозерский А.М. Массовое строительство в России из объемных блоков. *Внедрение современных конструкций и передовых технологий в путевое хозяйство*. 2016;9:280–287.
Belozersky AM Mass Construction from Bulk Blocks in Russia. *Introduction of Modern Structures and Advanced Technologies in the Railway Industry*. 2016;9:280–287. (In Russ.)
11. Кузьмина Т.К., Аветисян Р.Т., Мирзаханова А.Т. Особенности строительства зданий из крупногабаритных модулей (часть 1). *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. 2022;5:95–101. <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2022-5-95-102>
Kuzmina TK, Avetisyan RT, Mirzakhanova AT Features of Building Construction from Large Modules (Part 1). *Proceedings of Tula State University. Technical Sciences*. 2022;5:95–101. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2022-5-95-102>
12. Пахомова М.А., Храмов А.Б. Малоэтажное строительство в России и за рубежом: обзор практик. *Архитектура, строительство, транспорт*. 2022;3:20–31. <https://doi.org/10.31660/2782-232X-2022-3-20-31>
Pakhomova MA, Khramtsov AB Low-rise Construction in Russia and Abroad: a Review of Practices. *Architecture, Construction, Transport*. 2022;3:20-31. (In Russ.) <https://doi.org/10.31660/2782-232X-2022-3-20-31>

Об авторах:

Левон Рафаэлович Маилян, доктор технических наук, заслуженный строитель РФ, академик РААСН, профессор кафедры строительства уникальных зданий и сооружений Донского государственного технического университета, (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9142-1000), Lrm@aanet.ru

Татьяна Александровна Иванова, кандидат технических наук, доцент кафедры архитектуры Кубанского государственного аграрного университета им. Трубилина (350044, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Калинина, 13), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9142-1000), emelyanova-tanya@mail.ru

Наталья Викторовна Андреева, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры промышленного и гражданского строительства Балаковского инженерно-технологического института, (413800, Российская Федерация, Саратовская обл., г. Балаково, ул. Чапаева, 140), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9142-1000), anreevane@list.ru

Инна Александровна Магеррамова, кандидат технических наук, доцент кафедры промышленного и гражданского строительства Балаковского инженерно-технологического института, (413800, РФ, Саратовская обл., г. Балаково, ул. Чапаева, 140), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9142-1000), in-namag82@mail.ru

Заявленный вклад авторов:

Л.Р. Маилян: формирование основной концепции, цели и задачи исследования, научное руководство, корректировка выводов.

Т.А. Голова: научное руководство, анализ результатов исследований, проведение расчетов, формирование заключения и выводов.

Н.В. Андреева: формулировка выводов, подготовка текста и графических материалов.

И.А. Магеррамова: поиск, анализ и систематизация данных, формирование списка литературы.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи

About the Authors:

Levon R. Mailyan, Dr.Sci. (Eng.), Honored Builder of the Russian Federation, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Professor of the Department of Construction of University Buildings and Structures, Don State Technical University, (344003, Russian Federation, Rostov-on-Don, 1 Gagarin Sq.), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9142-1000), Lrm@aanet.ru

Tatiana A. Ivanova, Cand.Sci. (Eng.), Associate Professor of the Department of Architecture at the Kuban State Agrarian University (13 Kalinina St., Krasnodar, 350044, Russian Federation), [ORCID](https://orcid.org/0000-0001-9142-1000), emelyanova-tanya@mail.ru

Natalia V. Andreeva, Cand.Sci. (Eng.), Senior Lecturer, Department of Industrial and Civil Engineering, Balakovo Institute of Engineering and Technology, (140 Чапаева St., Balakovo, Saratov Region, 413800, Russian Federation), [ORCID](#), anreevane@list.ru

Inna A. Magerramova, Cand.Sci. (Eng.), Associate Professor of the Department of Industrial and Civil Engineering at the Balakovo Institute of Engineering and Technology, (140 Чапаева St., Balakovo, Saratov Region, 413800, Russian Federation), [ORCID](#), in-namag82@mail.ru

Claimed Contributorship:

LR Mailyan: formation of the basic concept, goals and objectives of the study, scientific supervision, correction of the conclusions.

TA Golova: scientific supervision analysis of the research results, performing the calculations, formation of the conclusions and conclusions.

NV Andreeva: formulation of the conclusions, preparation of the manuscript and graphic materials.

IA Magerramova: search, analysis and systematization of the data, formation of the reference list.

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.

Поступила в редакцию / Received 24.02.2025

Поступила после рецензирования / Reviewed 03.03.2025

Принята к публикации / Accepted 10.03.2025