

# ЖУРНАЛ «ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СООРУЖЕНИЯ»

## № 3 (61), 2025

### АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И ОГРАНИЧЕНИЙ ПРИМЕНЕНИЯ ВИМ-ТЕХНОЛОГИЙ В КАЧЕСТВЕ ИНСТРУМЕНТА УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

М.А. МЕЩЕРЯКОВА, О.К. МЕЩЕРЯКОВА, Н.Д. ДЕЕВ

**Мещерякова Мария Александровна**, доктор экономических наук, профессор ФГБОУ ВО “Воронежский государственный технический университет”, Россия, г. Воронеж

**Мещерякова Ольга Константиновна**, доктор экономических наук, профессор ФГБОУ ВО “Воронежский государственный технический университет”, Россия, г. Воронеж

**Деев Никита Дмитриевич**, аспирант ФГБОУ ВО “Воронежский государственный технический университет”, Россия, г. Воронеж

В условиях цифровизации строительной отрасли технологии информационного моделирования зданий становятся ключевым инструментом управления жизненным циклом объектов строительства от проектирования до эксплуатации и сноса. Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения эффективности, прозрачности и управляемости процессов на всех стадиях жизненного цикла. Целью статьи является анализ возможностей и ограничений применения ВИМ технологий в управлении жизненным циклом строительных объектов. В результате проведённого исследования выявлены основные преимущества использования ВИМ, включая повышение точности планирования, снижение затрат и улучшение взаимодействия участников проекта, а также обозначены существующие барьеры, а именно, отсутствие единых стандартов, высокая стоимость внедрения и дефицит квалифицированных кадров. Статья представляет пользу для специалистов в области строительства и управления недвижимостью, предлагая рекомендации по эффективному применению ВИМ на всех этапах жизненного цикла объекта.

**Ключевые слова:** строительство, здание, жизненный цикл, ВИМ-технологии, моделирование, автоматизация, цифровизация.

#### Библиографический список

1. ВИМ-технологии (мировой рынок). Электронный ресурс. Режим доступа: <https://clk.ru/3M27ei> (дата обращения 28.04.2025 г.).
2. Объем мирового рынка ВИМ к 2032 году достигнет \$ 28,4 млрд. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://clk.ru/3M27fE> (дата обращения 30.04.2025 г.).
3. Федосов С.В., Федосеев В.Н., Зайцева И.А., Воронов В.А. Управление жизненным циклом устойчивого состояния объекта строительства // Эксперт: теория и практика. - 2023. - №3 (22). - С. 131-137.
4. Зильберова И. Ю., Новоселова И. В., Маилян В. Д., Петров К. С., Швец А. Е. Перспективы применения ВИМ-технологий на всех стадиях жизненного цикла инвестиционно строительного проекта // Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий.- 2023. - №1. - С. 44-53.
5. Булатников Н.Е., Выборова Л.С. ВИМ технология как инструмент жизненного цикла объекта строительства // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. - 2024. - №10-1 (97). - С. 145-148.
6. Смышляева Е.Г. Актуальность использования ВИМ-технологий в строительной отрасли // Бюллетень науки и практики. - 2022. - №3. - С. 279-282.
7. Глазунова В. М., Гераськин М.М. Оценка текущего уровня зрелости использования ВИМ-технологий в сфере АПК // Инновации в науке и практике: Сборник научных статей по

- материалам XII Международной научно-практической конференции, - Уфа. 2023. - С. 78-86.
8. Загидуллина Г.М., Иванова Р.М., Новширванов М.Л. Анализ текущих проблем развития BIM технологий на рынке капитального строительства // Московский экономический журнал. - 2022. - №12. - С. 483-500.
9. Гудзь С.В. Проблемы интеграции сметного ценообразования в технологии информационного моделирования // Столыпинский вестник. 2023. №4. С. 1714-1719.
10. Малиновский М.А., Ершов А.В., Аленин И.Э. Проблемы и перспективы применения bim-технологий для создания виртуальных моделей городов в формате 3D ГИС // Интерэкспо ГеоСибирь. - 2021. - №1. - С. 223-231.

DOI: 10.36622/2074-188X.2025.50.54.001

### **English version**

## **ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES AND LIMITATIONS OF USING BIM - TECHNOLOGIES AS A TOOL FOR MANAGING THE LIFE CYCLE OF CONSTRUCTION FACILITIES**

**M.A. MESHCHERYAKOVA, O.K. MESHCHERYAKOVA, N.D. DEEV**

**Meshcheryakova Maria Aleksandrovna**, Doctor of Economics, Professor of the Voronezh State Technical University, Russia, Voronezh

**Meshcheryakova Olga Konstantinovna**, Doctor of Economics, Professor at the Voronezh State Technical University, Russia, Voronezh

**Deev Nikita Dmitrievich**, Postgraduate Student of the Voronezh State Technical University, Russia, Voronezh

In the context of digitalization of the construction industry, building information modeling are becoming a key tool for managing the life cycle of construction projects from design to operation and demolition. The relevance of the topic is due to the need to increase the efficiency, transparency and manageability of processes at all stages of the life cycle. The purpose of the article is to analyze the possibilities and limitations of using BIM technologies in managing the lifecycle of construction facilities. Because of the conducted research, the main advantages of using BIM revealed, including increased planning accuracy, cost reduction and improved interaction between project participants, as well as existing barriers, namely the lack of uniform standards, the high cost of implementation and the shortage of qualified personnel. The article is useful for specialists in the field of construction and real estate management, offering recommendations on the effective use of BIM at all stages of the object's life cycle.

**Keywords:** construction, building, life cycle, BIM technologies, modeling, automation, digitalization.

## **МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ НЕЭФФЕКТИВНО ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ЗАВЕРШАЮЩЕМ ЭТАПЕ ИХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА**

**Я.А. ЗОЛОТУХИНА**

**Золотухина Яна Алексеевна**, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

Статья посвящена разработке комплексной методике диагностики и оценки эффективности преобразования подход, промышленных объектов капитального строительства, находящихся на завершающем этапе его жизненного цикла. Предложен системный интегрирующий экономические, пространственные, экологические и социальные показатели в единый критерий. Методологической основой исследования выступает применение аппарата взвешенных интегральных индексов и функции желательности Харрингтона, позволяющего агрегировать

разнородные показатели и количественно определить потенциал редевелопмента. Методика комплексной оценки преобразования позволяет идентифицировать критические риски, обосновать управленические решения и разработать стратегии перехода от стадии стагнации к фазе ревитализации объектов.

**Ключевые слова:** жизненный цикл, этап жизненного цикла, идентификация, эксплуатация, преобразование, редевелопмент, ревитализация, интегральная оценка, устойчивое развитие, неэффективно используемые промышленные объекты капитального строительства.

## Библиографический список

1. Грабовый, П. Г. Моделирование системы интегрального управления организационно-технологической надежностью промышленного девелопмента в строительстве / П. Г. Грабовый, В. В. Волгин, А. С. Спирин. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью Информационно-издательское агентство "Просветитель", 2023. – 320 с. – ISBN 978-5-4323-0479-7. – EDN OXJVXK.
2. Douglas J. Building Adaptation - Second Edition. Butterworth-Heinemann, 2006. 680 p.
3. Langston, Craig & Wong, Francis & Hui, Eddie & Shen, Liyin. (2008). Strategic assessment of building adaptive reuse opportunities in Hong Kong. *Building and Environment*. 43. 1709-1718. 10.1016/j.buildenv.2007.10.017.
4. Организация строительства и девелопмент недвижимости : Учебник в 3х томах / В. В. Волгин, А. О. Вонгай, К. П. Грабовый [и др.]. – Издание 5-е. Переработанное и дополненное. – Москва : Издательство АСВ, Издательство "Просветитель", 2024. – ISBN 978-5-4323-0504-6. – EDN BMFIWJ.
5. Alker, Sandra & Joy, Victoria & Roberts, Peter & Smith, Nathan. (2000). The Definition of Brownfield. *Journal of Environmental Planning and Management*. 43. 49-69. 10.1080/09640560010766.
6. Современные тенденции в архитектурной реновации промышленных предприятий и производственных комплексов / И. З. Раузеев, Р. Ф. Мирхасанов, Л. С. Сабитов, Ю. В. Бочарова // Региональная архитектура и строительство. – 2022. – № 4(53). – С. 161-169. – DOI 10.54734/20722958\_2022\_4\_161. – EDN DAZJBN.
7. Технология организации территориально-пространственного обновления городской недвижимости, концентрации и специализации промышленного производства / П. Г. Грабовый, В. В. Волгин, И. В. Кущенко [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью Информационно-издательское агентство "Просветитель", 2024. – 290 с. – ISBN 978-5-6045679-8-2. – EDN MIWUJI. 21 Инженерные системы и сооружения Выпуск №3 (61), 2025
8. De Sousa, C.A. Brownfields Redevelopment and the Quest for Sustainability. Emerald Group Publishing, 2008.
9. Ермекова Карина Мансуровна Редевелопмент в качестве средства развития промышленных территорий города // Шаг в науку. 2025. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/redevelopment-v-kachestve-sredstva-razvitiya-promyshlennyyh-territoriy-goroda> (дата обращения: 28.09.2025).
10. Langston C. Adaptive reuse of built heritage // *Building Research & Information*. 2019. Vol. 47. No. 5. P. 507-513.
11. Douglas J. Building adaptation. 2nd ed. L.: Routledge, 2018. 432 p.
12. Грабовый, П. Г. Управление инвестиционным проектом воспроизведения недвижимости с учетом рисков / П. Г. Грабовый, Н. И. Трухина, Э. Ю. Околелова // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2017. – № 1(367). – С. 52-56. – EDN YRGJOP.
13. Меркулова, В. С. Технико-экономическое обоснование проекта реконструкции / В. С. Меркулова, А. А. Кочегарова // Образование. Наука. Производство : Материалы X Международного молодежного форума с международным участием, Белгород, 01–15 октября 2018 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2018. – С. 643-647. – EDN FARWMH.
14. Adams D. Urban development and brownfield sites // *Journal of Environmental Planning*. 2017. Vol. 60. No. 5. P. 782-799.
15. Wilkinson S.J. Sustainable building adaptation // *Innovations in Design*. 2014. Vol. 12. No. 3. P. 45-62.

16. Горбанева, Е. П. Энергетическая оптимизация жизненного цикла объекта капитального строительства / Е. П. Горбанева, С. Г. Шеина, И. А. Косовцева // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2023. – № 1(51). – С. 8-14. – EDN PNZAVM.
17. Alker S. Brownfield regeneration // Environmental Planning. 2000. Vol. 43. No. 1. P. 49-69.
18. De Sousa C.A. Brownfield redevelopment // Urban Studies. 2008. Vol. 45. No. 3. P. 601-626.
19. Баронин, С. А. Экологически ориентированное комплексное развитие на основе градостроительного механизма реабилитации депрессивных территорий / С. А. Баронин, В. Я. Мищенко, Е. С. Гущина // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2025. – № 2(78). – С. 141-152. – DOI 10.36622/2541-7592.2025.78.2.013. – EDN QKVVHF.
20. Петрянина, Л. Н. Концепция технико-экономической оценки реконструкции городской застройки / Л. Н. Петрянина, М. А. Дерина, Ю. С. Сергунина // Региональная архитектура и строительство. – 2020. – № 1(42). – С. 212-217. – EDN RWTHNС.
21. Jacobs J. The death and life of great American cities. N.Y.: Random House, 2016. 458 p.
22. Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 13 февраля 2019 г. № 207-р)
23. Проскурин, Д. К. Преобразование - как один из важнейших этапов жизненного цикла промышленных городских территорий / Д. К. Проскурин, Я. А. Золотухина // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2024. – № 2(56). – С. 6-16. – EDN YJPHTM.
24. Золотухина, Я. А. Укрупненная технико-экономическая Оценка затрат на обустройство технопарка (на примере неэффективно используемой территории Коминтерновского района Г. Воронежа) / Я. А. Золотухина, Д. К. Проскурин // Строительство и недвижимость. – 2025. – № 2(17). – С. 6-12. – EDN WYFTFB.

DOI: 10.36622/2074-188X.2025.79.79.002

### English version

## METHODOLOGY FOR COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE TRANSFORMATION OF INEFFICIENTLY USED INDUSTRIAL FACILITIES AT THE FINAL STAGE OF THEIR LIFE CYCLE

Y.A. ZOLOTUKHINA

**Zolotukhina Yana Alekseevna**, Senior Lecturer, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

The article is devoted to the development of a comprehensive methodology for diagnosing and evaluating the effectiveness of the transformation of industrial capital construction facilities that are at the final stage of their life cycle. A systematic approach is proposed that integrates economic, spatial, environmental, and social indicators into a single criterion. The methodological basis of the study is the use of weighted integral indices and the Harrington desirability function, which allows for the aggregation of diverse indicators and the quantification of the redevelopment potential. The integrated assessment methodology allows for the identification of critical risks, the justification of management decisions, and the development of strategies for transitioning from the stagnation phase to the revitalization phase of facilities.

**Keywords:** life cycle, life cycle stage, identification, operation, conversion, redevelopment, revitalization, integral assessment, sustainable development, inefficiently used industrial capital construction facilities.

## СТОИМОСТЬ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА «ЗЕЛЕНОГО» МНОГОКВАРТИРНОГО ДОМА

О. К. МЕЩЕРЯКОВА, Е. Н. СОРОЧАН, Д. Е. КУРБАКОВ, Е. В. РОМАНЕНКО

**Мещерякова Ольга Константиновна**, доктор экономических наук, профессор кафедры технологии, организации строительства, экспертизы и управления недвижимостью ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» (ВГТУ), Россия, г. Воронеж

**Сорочан Елена Николаевна**, кандидат технических наук, доцент, директор Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства (ИСАиЖКХ) ФГБОУ ВО «Приазовский государственный технический университет», Россия, г. Мариуполь

**Курбаков Дмитрий Егорович**, ассистент кафедры «Промышленное и гражданское строительство» ФГБОУ ВО «Приазовский государственный технический университет», Россия, г. Мариуполь, специалист в области инженерных изысканий и архитектурно-строительного проектирования (включен в реестры НОПРИЗ и НОСТРОЙ), генеральный директор аккредитованной лаборатории строительных испытаний ООО «Феликс», Россия, Воронежская область, п. г. т. Подгоренский

**Романенко Евгений Вячеславович**, аспирант, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

В ходе исследования установлено, что основной тенденцией в мировой практике строительства является устойчивая архитектура, то есть возведение объектов на базе экологичности, энергоэффективности и цифровых систем. Для мотивации практического внедрения застройщиками новых подходов необходимо коммерческое стимулирование принципов, применяемых при возведении многоквартирных домов, соответствующих «зеленым» стандартам. Это становится возможным при появлении непосредственных выгод от повышения инвестиционной привлекательности, ускорения продаж, повышения стоимости одного квадратного метра жилья без снижения спроса, сокращения эксплуатационных затрат.

В статье рассмотрены вопросы повышения себестоимости строительства «зеленых» домов и эксплуатационной экономии. Доказано, что при эффективном девелопменте построить качественное жилье, соответствующее «зеленым» стандартам, даже выгоднее, чем возвести среднестатистический многоквартирный дом. Медианная выручка застройщиков при этом может показывать двукратный и даже трехкратный рост.

**Ключевые слова:** жизненный цикл объекта недвижимости, устойчивая архитектура, концепция цифровизации, «зеленые» стандарты, многоквартирный жилой дом, жилой комплекс, эксплуатационные затраты, стоимость жизненного цикла.

## **Библиографический список**

1. Устойчивое развитие и инфраструктура. Обзор трендов в России и мире // Государственная корпорация развития «ВЭБ.РФ». – URL: [https://xn-90ab5f.xn--p1ai/downloads/spief\\_sd\\_short\\_final\\_02.05.2021\\_1.pdf](https://xn-90ab5f.xn--p1ai/downloads/spief_sd_short_final_02.05.2021_1.pdf) (дата обращения: 05.08.2025).
2. Rakic, B. Holistic management of marketing sustainability in the process of sustainable development / B. Rakic, M. Rakic // Environmental Engineering and Management Journal. – 2015. – Vol. 14, No. 4. – P. 887-900. – DOI 10.30638/eemj.2015.100.
3. Поддержка проектов жилищного строительства в отдельных субъектах Российской Федерации. – URL: <https://дом.рф/preferential-programs/project-building/> (дата обращения: 05.08.2025).
4. Эксперты: меры по развитию «зеленого» строительства будут способствовать повышению качества новостроек. – URL: <https://erzrf.ru/news/eksperty-mery-po-razvitiyu-zelenogo-stroitelstva-budut-sposobstvovat-povysheniyu-kachestva-novostroyek?regions=РФ&tag=Зеленое%20строительство> (дата обращения: 05.08.2025).
5. ДОМ.РФ: число строящихся энергоэффективных многоквартирных домов в России выросло на 14%. – URL: <https://erzrf.ru/news/domrf-chislo-stroyashchikhsya-energoeffektivnykh-mnogokvartirnykh-domov-v-rossii-vyroslo-na-14?topType=0&date=170402&tag=Цифровое%20строительство> (дата обращения: 05.08.2025).
6. Предпосылки создания «зеленого» ГОСТа. – URL: <https://xn-80az8a.xn--d1aqf.xnp1ai/%D0% B0% D0% BA% D0% B0% D0% B4% D0% B5% D0% BC% D0% B8% D1% 8F/%D>

- 0% B7% D0% B5% D0% BB% D0% B5% D0% BD% D1% 8B% D0% B9\_% D1% 81% D1% 82% D0% B0 %D0% BD% D0% B4% D0% B0% D1% 80% D1% 82 (дата обращения: 05.08.2025).
7. Утверждена Концепция цифровизации многоквартирных домов на период до 2030 года // Сайт Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации (Минцифры). – URL: [https://digital.gov.ru/news-projects/utverzhdena\\_konceptiya-czifrovizacziimnogokvartirnyh-domov-na-territorii-rossijskoj-federacii-na-period-do-2030-goda](https://digital.gov.ru/news-projects/utverzhdena_konceptiya-czifrovizacziimnogokvartirnyh-domov-na-territorii-rossijskoj-federacii-na-period-do-2030-goda) (дата обращения: 05.08.2025).
8. Миры и реальность: развитие «зеленого» строительства в России. – URL: <https://stroygaz.ru/publication/construction/mify-i-realnost-razvitiye-zelenogo-stroitelstva-v-rossii/> (дата обращения: 05.08.2025).
9. Экономика устойчивого развития. – URL: <http://www.economdevelopment.ru/> (дата обращения: 05.08.2025).
10. Выгодно ли тратиться на «зеленые» технологии в России. – URL: <https://realty.rbc.ru/news/58ac2cfb9a79471ffbcfc64b> (дата обращения: 05.08.2025).
11. Новые требования энергоэффективности для зданий и правила определения класса энергоэффективности МКД. – URL: [https://erzrf.ru/news/novyye-trebovaniya\\_energoeffektivnosti-dlya-zdaniy-i-pravila-opredeleniya-klassa-energoeffektivnosti-mkd](https://erzrf.ru/news/novyye-trebovaniya_energoeffektivnosti-dlya-zdaniy-i-pravila-opredeleniya-klassa-energoeffektivnosti-mkd) обращения: 05.08.2025).
12. (дата Баронин, С. А. Развитие стратегий жилищного строительства на основе концепции устойчивости и эколого-ориентированного девелопмента / С. А. Баронин, Е. С. Гущина // Жилищные стратегии. – 2023. – Т. 10, № 3. – С. 237-256. – DOI 10.18334/zhs.10.3.118996.
13. Романихин, А. С. Практические рекомендации к экономии совокупной стоимости владения и управление перспективными затратами совокупной стоимости владения на примере введенных в эксплуатацию объектов недвижимости / А. С. Романихин, Ю. О. Смирнова, Е. О. Казакова // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2024. – № 1(50). – С. 57-66.
14. Гуреев, М. В. Модель прогнозирования материальных ресурсов и сметной стоимости на ранних этапах жизненного цикла объектов строительства / М. В. Гуреев, А. Н. Макаров // Вестник МГСУ. – 2024. – Т. 19, № 11. – С. 1835-1849. – DOI 10.22227/1997 0935.2024.11.1835-1849.

DOI: 10.36622/2074-188X.2025.19.90.003

## English version

## LIFE CYCLE COST THE "GREEN" APARTMENT BUILDING

O. K. MESHCHERYAKOVA, E. N. SOROCHAN, D. E. KURBAKOV, E. V. ROMANENKO

**Meshcheryakova Olga Konstantinovna**, Doctor of Economics, Professor, Department of Technology, Construction Organization, Expertise and Real Estate Management, Voronezh State Technical University (VSTU), Voronezh, Russia

**Sorochan Elena Nikolaevna**, PhD in Engineering, Associate Professor, Director of the Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services (IAIzHKH), Priazovsky State Technical University, Russia, Mariupol

**Kurbakov Dmitry Egorovich**, Assistant Professor at the Department of Industrial and Civil Engineering, Priazovsky State Technical University, Mariupol, Russia, specialist in engineering surveys and architectural and construction design (included in the registers of NOPRIZ and NOSTROI), General Director of the accredited construction testing laboratory Felix LLC, Russia, Voronezh Region, P. G. T. Podgorensky

**Romanenko Evgeny Vyacheslavovich**, Postgraduate student, Voronezh State Technical University, Russia, Voronezh

The study found that the main trend in the global construction practice is sustainable architecture, that is, the construction of facilities based on environmental friendliness, energy efficiency and digital systems. To motivate the practical implementation of new approaches by developers, it is necessary to

commercially stimulate the principles used in the construction of apartment buildings that meet "green" standards. This becomes possible when there are immediate benefits from increasing investment attractiveness, accelerating sales, increasing the cost per square meter of housing without reducing demand, and reducing operating costs.

The article discusses the issues of increasing the cost of building "green" houses and operational savings. It has been proven that with effective development, it is even more profitable to build high-quality housing that meets "green" standards than to build an average apartment building. At the same time, the median revenue of developers can show a twofold or even threefold increase.

**Keywords:** the life cycle of a real estate object, sustainable architecture, the concept of digitalization, "green" standards, apartment building, residential complex, operating costs, life cycle cost.

## АРХИТЕКТУРНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ КУЛЬТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ РУССКОГО СЕВЕРА

А.Н. ГОЙКАЛОВ

**Гойкалов Андрей Николаевич**, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

В статье рассмотрены архитектурные и конструктивные особенности деревянных храмов русского Севера с кратким историческим обзором «тройника» Ворзогорского погоста в Архангельской области. Выполненные авторами натурные исследования храмов XVII-XIX вв. представлены в обмерных чертежах и материалах фотофиксации. Определены и классифицированы формы в плане и завершения крыш исследуемых сооружений, а также описаны материалы и конструктивные решения. Представленная комплексная информация подтверждает духовную ценность, значимость и необходимость сохранения для современной России деревянного зодчества.

**Ключевые слова:** деревянное зодчество, храм, сруб, завершение, четверик, восьмерик, бревно.

### Библиографический список

1. Ополовников, А.В. Дерево и гармония: Образы деревянного зодчества России / А.В. Ополовников, Е.А. Ополовникова // – М.: Ополо, 1998. – 208 с.
2. Ополовников, А.В. Русское деревянное зодчество. Гражданское зодчество: северная деревня, двор-комплекс, приусадебные постройки и мосты, промысловые постройки, архитектурные детали и фрагменты / А. В. Ополовников; – М. : Искусство, 1983. – 287 с.
3. Бодэ, А.Б. Деревянные храмы Онежского Поморья XVII-XIX веков / сост. и отв. ред. А.Б. Бодэ. – М.: Прогресс-Традиция. 2023 – 448с.
4. Бодэ, А.Б. Сохранение памятников деревянного зодчества Русского Севера. Пути, возможности, инициативы / сост. и отв. ред. А.Б. Бодэ. М.: АНО «Традиция», 2023.- 80 с.
5. Щеглов, А.С. Инженерная реставрация памятников архитектуры: учеб. пособие для студ. спец. 270200 «Реконструкция и реставрация архитектурного наследия» / А.С. Щеглов, А.А. Щеглов А.А. – М.: Издательство АСВ, 2016. – 520 с.
6. Гойкалов, А.Н. Исследование технического состояния исторических зданий и анализ сохранности каменной кладки несущих конструкций // / А.Н. Гойкалов, В.И. Щербаков // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. - 2022. - № 1 (35). - С. 15-19.
7. Гойкалов, А.Н. Анализ жизненного цикла культовых исторических сооружений Воронежской области / А.Н. Гойкалов, М.В. Новиков, В.А. Гойкалова // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2024. - №3 (57). – С. 6-14. 46
8. Davies Richard. Wooden Churches: Travelling in the Russian North. Published by White Sea Publishing, London, 2011. ISBN 10: 0957045603. - Pp. 256.

**English version**

**ARCHITECTURAL AND STRUCTURAL SOLUTIONS FOR RELIGIOUS STRUCTURES IN THE RUSSIAN NORTH**

A.N. GOIKALOV

**Goykalov Andrey Nikolaevich**, Ph.D., Associate Professor, Voronezh State Technical University, Russia, Voronezh

The article examines the architectural and structural features of wooden churches in the Russian North, with a brief historical overview of the "triple" of the Vorzogorsk Pogost in the Arkhangelsk Region. The authors' field studies of churches from the 17th to 19th centuries are presented in the form of measured drawings and photographic evidence. The plan shapes and roof tops of the structures under study are identified and classified, and the materials and design solutions are described. This comprehensive information confirms the spiritual value, significance, and necessity of preserving wooden architecture in modern Russia.

**Keywords:** wooden architecture, temple, log house, completion, quadrangle, octagon, log.

**ЛАНДШАФТНО-РЕКРЕАЦИОННОЕ ПРОСТРАНСТВО КАК ОСНОВНОЙ ЭЛЕМЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТЕРРИТОРИЙ РАЗЛИЧНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Е.А. ЖИДКО, Р.Н. ЗОРИН

**Жидко Елена Александровна**, д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

**Зорин Руслан Николаевич**, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

Рассмотрены: современное состояние взаимодействия города и окружающей среды, т.е. конфликтные ситуации, связанные с деградацией природных городских компонентов; основные принципы формирования устойчивой городской среды: факторы, определяющие формирование системы ландшафтно-рекреационных пространств городской среды.

Раскрыта функциональная сущность ландшафтно-рекреационной деятельности как важной составляющей экологической устойчивости инфраструктуры жизненного цикла городских агломераций. Рассмотрены примеры рекреационных зон для различных групп населения.

**Ключевые слова:** ландшафтно-рекреационные пространства, окружающая среда, жизненный цикл территорий, экологическая устойчивость

**Библиографический список**

1. Жидко Е.А., Закатов А.Б., Захаренкова И.А. Основные этапы формирования ландшафтного мышления//Инженерные системы и сооружения. - 2023. - № 1(51). - С 31-36.
2. Тополя Е.С. Современная эколого-рекреационная оценка аквально-парковых зон отдыха города Воронеж. В сборнике: Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Милковские чтения. Материалы XIV Международной ландшафтной конференции. В 2-х томах. Отв. редакторы А.С. Горбунов, А.В. Хорошев, О.П. Быковская. Воронеж, 2023. - С. 306-308.

3. Бережная Т.В., Бережной А.В. Ландшафтный туризм: его научное содержание и территориальное развитие//Вестник ВИВТ. - 2015. - 2014. - С 5-7.
4. Жидко Е.А., Карташева А.Ю Ландшафтно-рекреационное пространство как важная составляющая экологической устойчивости инфраструктуры городских территорий// Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации. - 2025. - № 2 (39). - С. 23-30.
5. Ильченко И.А. Система зеленых насаждений города как средообразующий фактор городского микроклимата. // Вестник Таганрогского института управления и экономики. - 2014. - № 1. - С. 37- 41.
6. Николаев В.А. Ландшафтovedение. Эстетика и дизайн. / В.А. Николаев - М.: Аспект Пресс. 2015. - 176 с.
7. Природный комплекс большого города: ландшафтно-экологический анализ / Э.Г. Коломыц, Г.С. Розенберг, О.В. Глебова и др. - М.: Наука; МАИК «Наука Интерпериодика». - 2018. - 286 с.
8. Куролап С.А., Клепиков О.В., Виноградов П.М. Интегральная экологическая оценка состояния городской среды: Монография. – Воронеж: ООО Издательство «Научная книга», 2015. – 231 с.

DOI: 10.36622/2074-188X.2025.83.27.005

### **English version**

## **LANDSCAPE AND RECREATIONAL SPACE AS THE MAIN ELEMENT OF ECOLOGICAL SUSTAINABILITY OF THE LIFE CYCLE OF TERRITORIES OF VARIOUS FUNCTIONAL PURPOSES**

E.A. ZHIDKO, R.N. ZORIN

**Zhidko Elena Aleksandrovna**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

**Zorin Ruslan Nikolaevich**, Senior Lecturer, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

The following issues are considered: the current state of interaction between the city and the environment, i.e. conflict situations related to the degradation of natural urban components; basic principles of the formation of a sustainable urban environment: factors determining the formation of a system of landscape and recreational spaces of the urban environment. The functional essence of landscape and recreational activities as an important component of the ecological sustainability of the infrastructure of the urban agglomerations life cycle is revealed. Examples of recreational areas for various population groups are considered.

**Keywords:** landscape and recreational spaces, environment, life cycle of territories, ecological sustainability

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BCORE-ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

А.А. АРЗУМАНОВ, Н.А. ПОНЯВИНА, Т.А. СТОЛЯРОВА

**Арзуманов Арбен Андреевич**, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

**Понявина Наталья Александровна**, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

**Столярова Татьяна Александровна**, ассистент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

Рассматривается технология строительства BCore, создающая строительные конструкции, которые отличаются экологичностью, высокой прочностью, устойчивостью к внешним воздействиям, а также преимущества применения данной технологии

**Ключевые слова:** строительство, технологии, эффективность, конкурентоспособность, строительные процессы, скорость строительства.

### **Библиографический список**

1. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменениями N 1, 3). Свод правил : издание официальное : утв. приказом Госстрой России от 25 июля 2012 г. № 109/ГС : дата введ. 2013-07-01 / разработан ЗАО «ЦНИИПСК им. Мельникова». - Москва : Министерство регионального развития Российской Федерации. – 293 с.
2. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23 81 (с Изменениями N 1). Свод правил : издание официальное : утв. Приказом Минстроя России от 30 декабря 2015 N 984/пр : дата введ. 2015-30-12 / разработан ЗАО «ЦНИИПСК им. Мельникова». - Москва : Министерство регионального развития Российской Федерации. – 232 с.
3. Broad Group. (2021). B-Core: The Modern Material from Broad. URL: <http://en.broad.com/Storage/Largedownloads/enxbzztx.pdf>
4. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. Свод правил : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 03.12.2016 N 891/пр. – 147 с.
5. ЖБИ Завод М500. Удельный вес стройматериалов [Электронный ресурс]. URL: <https://m500beton.ru/stat-i-dlya-stroitelej/udelnyj-ves-strojmaterialov/>
6. ГОСТ 27751-2014. Надёжность строительных конструкций и оснований. Основные положения. Введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 декабря 2014 г. № 1974-ст. М.: Издательство стандартов, 2015. – 23 с.
7. СП 50.13330.2024. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23 02-2003. Свод правил : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 15 мая 2024 г. N 327/пр. – 120 с.
8. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. Свод правил : издание официальное : утвержден и введен в действие с 1 июня 2004 г. совместным приказом ОАО «ЦНИИпромзданий» и ФГУП ЦНС № 01 от 23 апреля 2004 г. – 151 с.
9. Modular Building Institute. (2021). B-Core: The Modern Material from Broad URL: <https://www.modular.org/2021/10/28/b-core-the-modern-material-from-broad>.

DOI: 10.36622/2074-188X.2025.41.12.006

**English version**

### **USING BCORE-TECHNOLOGY IN CONSTRUCTION**

A.A. ARZUMANOV, N.A. PONYAVINA, T.A. STOLYAROVA

**Arzumanov Arben Andreevich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

**Ponyavina Natalia Aleksandrovna**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

**Stolyarova Tatiana Aleksandrovna**, Assistant of the Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

The BCore construction technology is considered, which creates building structures that are environmentally friendly, highly durable, resistant to external influences, as well as the advantages of using this technology

**Keywords:** construction, technologies, efficiency, competitiveness, construction processes, speed of construction.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОЗИРОВКИ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРА НА ПРОЧНОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЦЕМЕНТНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ЗД-ПЕЧАТИ

К.С. КОТОВА, П.Ю. ЮРОВ, Р.Р. ОВЧАРОВ

**Котова Кристина Сергеевна**, канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

**Юров Павел Юрьевич**, аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

**Овчаров Руслан Романович**, бакалавр ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

Целью работы является установление зависимости значений прочности при сжатии составов мелкозернистых цементных матриц, разработанных для 3D-печати, от вида и количества вводимой суперпластифицирующей добавки. Приведены результаты экспериментальных исследований по оценке кинетики набора прочности смеси для каждого варианта состава матрицы. В качестве базы для сравнения приняты результаты механических испытаний образцов с применением суперпластификатора марки Sika ViscoCrete T100. Подбор аналогов данной суперпластифицирующей добавки произведен среди продукции других производителей, относящихся к одному классу поликарбоксилатных эфиров, но отличающихся по химическому составу и формой выпуска (в виде сыпучих компонентов). Экспериментально установлены индивидуальные оптимальные дозировки для каждой из исследуемых марок суперпластификаторов, которые составили 0.3%. Оценка эффективности суперпластификатора производилась по критериям водоцементного соотношения и механической прочности. В результате сравнительного анализа выявлен наиболее эффективный модификатор, применение которого позволяет достичь наибольшего прироста прочности.

**Ключевые слова:** суперпластификатор, поликарбоксилатные эфиры, механическая прочность, мелкозернистая цементная матрица, строительная 3D-печать, аддитивные технологии, водоредуцирующий эффект.

### Библиографический список

1. Камалова, З.А. Суперпластификаторы в технологии изготовления композиционного бетона / З.А. Камалова, Р.З. Рахимов, Е.Ю. Ермилова, О.В. Стоянов // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – № 8. – Т. 16.
2. Кравцов А.В. Исследование влияния суперпластификаторов на основе поликарбоксилатных эфиров на свойства бетона / Кравцов А.В., Бородина Л.М., Цыбакин С.В., Соколов Г.М. // Промышленное и гражданское строительство. – 2015. – № 10. – С. 39-43.
3. Петрунин С.Ю. Влияние молекулярной структуры поликарбоксилатных суперпластификаторов на свойства бетона / С.Ю. Петрунин, В.Н. Тараков, Н.П. Короткова, А.П. Гарновесов, И.А. Сироткина // Alitinform: Цемент. Бетон. Сухие смеси. – 2016. – № 1(42). – С. 68-77.

4. Толыпина Н.М. Об эффективности действия суперпластификаторов в мелкозернистых бетонах в зависимости от вида мелкого заполнителя / Н.М. Толыпина, Ш.М. Рахимбаев, Е.Н. Карпачёва // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2010. – № 3. – С. 60 - 63.
5. Сейитмырадов С., Пластификаторы и суперпластификаторы бетонных смесей / С. Сейитмырадов, О. Батыров, А. Аннамамедов, С. Джумамырадов // Инновационная наука. – 2023. – № 4-2. – С. 49-50.
6. Крамар Л.Я. Современные суперпластификаторы для бетонов, особенности их применения и эффективность / Л.Я. Крамар, Т.Н. Черных, К.В. Шулдяков // Строительные материалы. – 2016. – № 11. – С. 21 - 23.
7. Славчева, Г.С. Строительная 3D-печать сегодня: потенциал, проблемы и перспективы практической реализации / Г.С. Славчева // Строительные материалы. – 2021. – № 5. – С. 28-36. 10.31659/0585-430X-2021-791-5-28-36. DOI: 10.31659/0585-430X-2021-791-5 28-36
8. Якунина В.А. Бетонные смеси для экструзии в отрасли аддитивных технологий в строительстве / В.А. Якунина, Д.В. Кузнецов // Национальная ассоциация ученых. – 2022. – № 78. – С. 56-60.
9. Славчева, Г. С. Анализ и критериальная оценка реологического поведения смесей для строительной 3D печати / Г.С. Славчева, Д.С. Бабенко, М.А. Шведова // Строительные материалы. – 2018. – № 12. – С. 34 - 40. DOI: 10.31659/0585-430X-2018-766-12 34-40.
10. Шведова М.А. Исследование формирования адгезионного соединения «Цементная матрица - армирующее волокно» в композитах для строительной 3d-печати / М.А. Шведова, Г.С. Славчева, О.В. Артамонова, К.С. Котова // Химия для биологии, медицины, экологии и сельского хозяйства. Сборник тезисов докладов Третьего международного симпозиума. Санкт-Петербург. - 2024 - С. 87 - 88.
11. Дадабаева Н.У. Анализ эффективности использования поликарбоксилатных суперпластификаторов в производстве бетона / Н.У. Дадабаева // Экономика и социум. – 2024. – №11(126). – С. 852-865.

DOI: 10.36622/2074-188X.2025.30.13.007

### English version

## STUDY OF SUPERPLASTICIZER DOSAGE EFFECT ON STRENGTH INDICES OF CEMENT MIXTURES FOR 3D-PRINT CONSTRUCTIONS

K.S. KOTOVA, P.YU. YUROV, R.R. OVCHAROV

**Kotova Kristina Sergeevna**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

**Yurov Pavel Yuryevich**, PhD student of the Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

**Ovcharov Ruslan Romanovich** v, Student of the Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

The aim of the work is to establish the dependence of the compressive strength values of fine-grained cement matrix compositions developed for 3D printing on the type and amount of superplasticizing additive introduced. The results of experimental studies to evaluate the kinetics of strength gain of the mixture for each variant of the matrix composition are presented. The results of mechanical tests of samples using Sika ViscoCrete T100 superplasticizer were used as a basis for comparison. The selection of analogues of this superplasticizing additive was made among products from other manufacturers belonging to the same class of polycarboxylate esters, but differing in chemical composition and form of release (in the form of bulk components). Experimentally, individual optimal dosages for each of the studied brands of superplasticizers were established, which amounted to 0.3%. The effectiveness of the superplasticizer was evaluated according to the criteria of the water cement ratio and mechanical strength.

As a result of the comparative analysis, the most effective modifier has been identified, the use of which allows achieving the greatest increase in strength.

**Keywords:** superplasticizer, polycarboxylate esters, mechanical strength, fine-grained cement matrix, 3D construction printing, additive technologies, water-reducing effect.

## ФОРМИРОВАНИЕ КЛАСТЕРОВ ИЗ МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ИХ РЕНОВАЦИИ

С.И. МАТРЕНИНСКИЙ, А.С.ТАНКЕЕВ, А.В. УСТЬЯН

**Матренинский Сергей Иванович**, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

**Танкеев Александр Семенович**, кандидат архитектуры, заведующий кафедрой градостроительства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

**Устьян Александр Владимирович**, магистрант, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

Значительная часть жилых зданий на территории городов и населенных пунктов РФ требует принятия скорейших решений по их реновации и приведению в соответствие действующими нормами. Одним из подходов к эффективному обновлению многоэтажных жилых домов может стать их кластеризация (группировка объектов) по схожести характеристик. Формирование кластеров из жилых многоэтажных зданий позволит применять для их реновации сходные ремонтные и реконструкционные технологии с возможностью реализации поточного метода производства работ.

**Ключевые слова:** жилые здания, формирование кластеров, признаки-критерии, нормализация данных, матрица расстояний.

### Библиографический список

1. Методологический подход к синтезу рациональных вариантов действий по переустройству и модернизации территорий массовой жилой застройки / С. И. Матренинский, В. Я. Мищенко, Е. А. Солнцев, Ле Тронг Хай // Промышленное и гражданское строительство. – 2010. – № 1. – С. 31-34.
2. Matreninsky, S. I. Methodological Approach to the Classification of Areas of Compact Built Up Development Areas for Selecting Variants of Actions and Sequence of Technical and Technological Solutions for the Renovation of these Areas / S. I. Matreninsky, V. Ya. Mishchenko, I. E. Spivak // WSEAS Transactions on Environment and Development. – 2016. – Vol. 12. – P. 108-117.
3. Matreninsky, S. I. Formation of classes of urban environment areas for their renovation / S. I. Matreninsky, V. Ya. Mishchenko, V. A. Chertov // MATEC Web of Conferences, Ho Chi Minh City, 02–05 марта 2018 года. Vol. 193. – Ho Chi Minh City: EDP Sciences, 2018. – P. 01014. – DOI 10.1051/matecconf/20181930104.
4. Methodological approach to planning the reconstruction of urban environment / S. I. Matreninsky, E. P. Gorbaneva, A. V. Mishchenko, N. V. Bredikhina // Journal of Applied Engineering Science. – 2022. – Vol. 20, No. 1. – P. 206-211. – DOI 10.5937/jaes0-34560.
5. Мандель, И.Д. Кластерный анализ [Текст] / И.Д. Мандель. - М.: Финансы и статистика, 1988. - 176 с.
6. Прохоренков, П. А. Методы кластерного анализа в региональных исследованиях / П. А. Прохоренков, Т. В. Регер, Н. В. Гудкова // Фундаментальные исследования. – 2022. – № 3. – С. 100-106.
7. Смоляр И.М. Терминологический словарь по градостроительству. М.: РОХОС, 2004. с. 52.

**English version**

**FORMATION OF CLUSTERS OF MULTI-STORY RESIDENTIAL BUILDINGS FOR MAKING TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL DECISIONS ON THEIR RENOVATION**

S.I. MATRENINSKY, A.S. TANKEEV, A.V. USTYAN

**Matreninsky Sergey Ivanovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

**Tankeev Alexander Semenovich**, Candidate of Architecture, Head of the Department of Urban Planning, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

**Ustyan Alexander Vladimirovich**, Master's Student, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

A significant part of residential buildings on the territory of cities and settlements of the Russian Federation requires the adoption of early decisions on their renovation and adaptation to current standards. One of the approaches to the effective renovation of multi-storey residential buildings may be their clustering (grouping of objects) by similarity of characteristics. The formation of clusters of residential multi-storey buildings will allow the use of similar repair and reconstruction technologies for their renovation with the possibility of implementing a flow-based method of work.

**Keywords:** residential buildings, cluster formation, criteria features, data normalization, distance matrix.

**ЦВЕТ КАК ИНДИКАТОР ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИСТОРИЧЕСКИХ ЗДАНИЙ (НА ПРИМЕРЕ АРХИТЕКТУРЫ ЦЕНТРА Г. ВОРОНЕЖА)**

А.Р. ЗОРИНА, Е.Е. ПРОКШИЦ, О.А. СОТНИКОВА

**Зорина Анна Руслановна**, студент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

**Прокшиц Екатерина Евгеньевна**, старший преподаватель, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

**Сотникова Ольга Анатольевна**, д-р. техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Россия, г. Воронеж

В статье рассматривается роль цветового решения фасадов в контексте жизненного цикла исторических зданий. На примере архитектурных памятников Воронежа различных эпох доказывается, что цвет выступает не только как эстетическая категория, но и как диагностический признак, фиксирующий этапы существования объекта: строительство, реконструкцию, смену функционального назначения, реставрацию и современную адаптацию. Введение количественного подхода к анализу цветовых палитр позволяет формализовать визуальное восприятие и установить корреляцию между хроматическими характеристиками и историко-архитектурными периодами.

**Ключевые слова:** жизненный цикл здания, историческая архитектура, цвет фасада, полихромия, колористический анализ.

**Библиографический список**

1. Гойкалов, А.Н. Анализ жизненного цикла культовых исторических сооружений Воронежской области / А. Н. Гойкалов, М. В. Новиков, В. А. Гойкарова // Инженерные системы и сооружения. – 2024. – № 3(57). – С. 6-14.

2. Гойкалов, А.Н. Жизненный цикл культовых исторических сооружений Воронежской области / А. Н. Гойкалов, Е. А. Корсукова, В. А. Гойкалова // Методология безопасности среды жизнедеятельности : сборник научных трудов XVII Международной научно практической конференции, Симферополь, 14–17 октября 2024 года. – Симферополь: ИТ «Ариал», 2024. – С. 25-29.
3. Зульфикирова, Т. В. Исследование и сохранение исторических инженерных сооружений - проездных каменных ворот города Борисоглебска / Т. В. Зульфикирова, М. В. Новиков, А. Н. Гойкалов // Инженерные системы и сооружения. – 2024. – № 3(57). – С. 60-68.
4. Болдырев, А.М. Сохранение и современное использование исторических зданий в городской застройке Воронежа / А. М. Болдырев, В. И. Щербаков, А. Н. Гойкалов, Т. В. Богатова // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2022. – № 1(757). – С. 82-91.
5. Ткачук, А.Э. Метод оценки характеристик архитектурного освещения зданий / А. Э. Ткачук, О. А. Сотникова, А. Н. Гойкалов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2021. – № 2(36). – С. 47-53.
6. Гойкалов, А.Н. Разработка метода оценки качества архитектурно-исторической среды / А. Н. Гойкалов, Т. В. Макарова, А. Ю. Семенихина // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2022. – № 1(39). – С. 73-79.
7. Нанкевич А.А. Цветовые системы как способ презентации категорий цвета. Научный результат. Социальные и гуманитарные исследования. – 2022. – №8 (2) . – С. 77-93.
8. В двух словах о цветовом пространстве CIELAB: сайт. – URL.: <https://colorscript.ru/color/a/color-lab-shortly?ysclid=mh1sjcxohl482643078> (дата 10.10.2025). – Текст: электронный.
9. обращения Наша история: сайт. – URL.: [https://nashahistory.ru/news/kultura/voronezhskiy\\_dvorec-istoriya-i-architektura](https://nashahistory.ru/news/kultura/voronezhskiy_dvorec-istoriya-i-architektura) (дата обращения 10.10.2025). – Текст: электронный.
10. Новичихин, Е.Г. Гордость российской архитектуры: история здания управления Юго-Восточной железной дороги. — Воронеж: Юго-Восточная железная дорога, Библиотека. – 127 с.
11. Чесноков, Г. А. Архитектура Воронежа: история и современность. — Воронеж: Воронежская государственная архитектурно-строительная академия, 1999. — 396 с.
12. Акиньшин, А. Н. Записки старого пешехода: прогулка по Большой Дворянской- проспекту Революции / А. Н. Акиньшин, О. Г. Ласунский // Воронеж: Правдивцев и К°, 2002. – 350 с.

DOI: 10.36622/2074-188X.2025.62.12.009

### English version

## COLOR AS AN INDICATOR OF THE LIFE CYCLE OF HISTORICAL BUILDINGS (ON THE EXAMPLE OF THE ARCHITECTURE OF THE CENTER OF THE CITY OF VORONEZH)

A.R. ZORINA, E.E. PROKSHITS, O.A. SOTNIKOVA

**Zorina Anna Ruslanovna**, Student, Voronezh State Technical University, Russia, Voronezh  
**Prokshits Ekaterina Evgenievna**, Senior Lecturer, Voronezh State Technical University, Russia, Voronezh

**Sotnikova Olga Anatolyevna**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Voronezh State Technical University, Russia, Voronezh

The article examines the role of the color scheme of facades in the context of the life cycle of historical buildings. Using the example of architectural monuments in Voronezh from different eras, it is shown that color is not only an aesthetic category, but also a diagnostic feature that reflects the stages of an object's existence: construction, reconstruction, change of functional purpose, restoration, and modern adaptation. The introduction of a quantitative approach to the analysis of color palettes allows for the formalization of visual perception and the establishment of correlations between chromatic characteristics and historical and architectural periods.

**Keywords:** building life cycle, historical architecture, facade color, polychromy, color analysis.

## ПОВЫШЕНИЕ ЗАЩИТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ЗДАНИЙ ОТ ВНУТРЕННИХ ЛОКАЛЬНЫХ ВЗРЫВОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛЕГКОСБРАСЫВАЕМЫХ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ

Е.С. РАССКАЗОВ

**Рассказов Евгений Степанович**, аспирант, кафедры КБС НИИ МГСУ, Россия, г. Москва. Руководитель отдела охраны труда промышленной безопасности и экологии в АО «Песко Энергия и Ресурсы», Россия, г. Москва

Защита производственных зданий от локальных аварийных взрывов представляет собой сложную многоплановую задачу. В данной работе представлен обзор ключевых исследований в области взрывозащиты, а также проведено теоретическое исследование, направленное на повышение уровня защиты производственных крупногабаритных зданий от внутренних локальных дефлаграционных взрывов. Выявлена проблема влияния волновых эффектов на конструкции крупногабаритных зданий. На основе теоретического исследования разработаны новые рекомендации по защите зданий от волновых явлений дефлаграционного взрыва, требующего дальнейшего экспериментального подтверждения.

**Ключевые слова:** волна сжатия, импульс волны сжатия, легкосбрасываемая конструкция (ЛСК), резонансные волны, дефлаграционный взрыв, перфорированная сэндвич-панель.

### Библиографический список

1. Комаров А.А., Казеннов В.В., Гусев А.А., Громов Н.В. Критерий квазистатичности взрывного давления газопаровоздушных смесей в помещениях// Пожаровзрывобезопасность. - 2015. Том 24. - № 8. - С. 56-61. DOI:10.18322/PVB.2015.24.08.56 61.
2. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
3. Свод правил СП 56.13330.2021 "СНиП 31-03-2001 Производственные здания" (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 27 декабря 2021 г. N 1024/пр).
4. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 56288-2024 "Конструкции оконные со стеклопакетами легкосбрасываемые для зданий. Технические условия" (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 февраля 2024 г. N 251-ст).
5. Standard on Explosion Protection by Deflagration Venting NFPA 68.
6. BS EN 1127-1:2019 / EN 1127-1:2011 Explosive atmospheres - Explosion prevention and protection - Basic concepts and methodology.
7. ISO 13702 Oil and gas industries - Control and mitigation of fires and explosions on offshore installations.
8. Комаров А.А., Васюков Г.В., Загуменников Р.А., Бузаев Е.В. Экспериментальное исследование и численное моделирование процесса образования взрывоопасной метановоздушной смеси в помещениях // Пожаровзрывобезопасность. - 2015. Том 24. - №4. - С. 30-38.
9. Горев В.А., Корольченко А.Д. Влияние легкосбрасываемых конструкций на избыточное давление при взрыве в помещении // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. - 2022. Том 31. - №3. - С. 2-23. DOI: 10.22227/0869-7493.2022.31.03.12-23
10. //Building Hequn Min, Huading Lou, Ningning Rong, Yuchen Zhao Acoustic performance of micro-perforated panel sound absorbers with paralleled coiled-up cavities for noise reduction in traffic tunnels and Environment/Volume <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2025.113003>.
11. 278, 15 June 2025, 113003. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 59684-2021 "Сэндвич-панели стальные поэлементной сборки. Технические условия" (утв. и введен в действие приказом

Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 сентября 2021 г. N 968-ст) (с изменениями и дополнениями).

12. Рассказов Е.С., Корольченко Д.А. Применение легкосбрасываемых сэндвич панелей для защиты производственных зданий в условиях арктического климата. Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. - 2024. Том 33. - №5 - С. 26-50. <https://doi.org/10.22227/0869-7493.2024.33.05.26-50>.
13. Lou H, Rong N, Zhao Y and Min H (2023) Noise impact evaluations of an outdoor air filter tower in urban blocks. *Front. Environ. Sci.* 11:1182339. doi: 10.3389/fenvs.2023.1182339. ISBN: 979-10-93321-27-1.
14. Zhou, N.; Shi, Z.; Li, X., Chen, B.; Liang, Y.; Li, Z.; Yang, C.; Liu, X., Huang, W.; Yuan, X. Study on the Deflagration Characteristics of Methane–Air Premixed Gas in Sudden Expansion Pipelines. *Energies* 2025, 18, 1301. <https://doi.org/10.3390/en18051301>.
15. Горев В.А., Салымова Е.Ю. Использование сэндвич-панелей в качестве эффективных легкосбрасываемых конструкций при внутренних взрывах в промышленных зданиях // Пожаровзрывобезопасность. - 2010. Том 19. - №2. - С. 41-44.
16. Комаров А.А., Громов Н.В., Рядченко Л.В. Процесс формирования взрывоопасной смеси в экспериментальной камере. Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. - 2025. Том 34. - № 2. - С. 20-31. <https://doi.org/10.22227/0869-7493.2025.34.02.20.31>.
17. Bradley, D., Gaskell, P. H., Gu, X. J., и Palacios, A. (2016). "Turbulent burning velocities and flame acceleration in gas explosions." *Combustion and Flame*, 164, 400–414.
18. Zhang, Q., Pang, L., & Liang, H. (2018). "Effect of confinement on explosion characteristics of methane-air mixtures." *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 55, 410 419.
19. Комаров А.А., Корольченко Д.А., Фан Тuan Ань. Особенности определения коэффициента динаминости при импульсных нагрузках // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. - 2018. Том 27. - № 2-3.- С. 37-43. DOI: 10.18322/PVB.2018.27.02-03.37-43.
20. Hao, H., Li, Z.-X., & Shi, Y. (2016). "Reliability analysis of structures subjected to blast loading." *Structural Safety*, 63, 13–23.
21. Хуснутдинов Д.З., Мишуев А.В., Казеннов В.В., Комаров А.А., Громов Н.В. Аварийные взрывы газовоздушных смесей в атмосфере. - М.: МГСУ. - 2014. - 80 с.
22. Горев В.А., Мольков В.В. О зависимости параметров внутреннего взрыва от устройства предохранительных конструкций в проемах ограждающих стен промышленных и жилых зданий // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. - 2018. Том 27. - №10. - С. 6-25. DOI: 10.18322/PVB.2018.27.10.6-25.
23. Мероприятия по безопасности труда в строительстве: учеб. пособие / В. В. Колотушкин, С. Д. Николенко, С. А. Сазонова; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»— Воронеж: Изд-во ВГТУ. - 2018. – С.194.

DOI: 10.36622/2074-188X.2025.49.81.010

### English version

## INCREASED PROTECTION OF LARGE-SIZED PRODUCTION BUILDINGS AGAINST INTERNAL LOCALIZED EXPLOSIONS WITH THE USE OF BLAST-RELIEF SANDWICH PANELS

E. S. RASSKAZOV

**Rasskazov Evgenii Stepanovich**, Postgraduate student, Head of the Department of Occupational Health, Safety and Environment at JSC “PESCO Energy & Resources”, Moscow, Russia

Protecting industrial buildings from local emergency explosions is a complex, multifaceted task. This paper provides an overview of key research in the field of explosion protection and presents a theoretical study aimed at improving the level of protection of industrial large-sized buildings from internal local

deflagration explosions. The problem of the influence of wave effects on the structures of industrial large-sized buildings is identified. Mathematical models of quasi-static and wave loading of building structures are analyzed. Based on theoretical research, new recommendations for protecting buildings from wave phenomena of deflagration explosions have been developed, which require further experimental confirmation.

**Keywords:** compression wave, impulse of the compression wave, explosion venting constructions, resonant waves, deflagration explosion, perforated sandwich panels