



СТРОИТЕЛЬ ДОНБАССА

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№ 2 (31) июнь 2025



Министерство строительства
и жилищно-коммунального хозяйства ДНР



Министерство образования
и науки ДНР

10 причин поступления в ДонНАСА

10 причин поступить в
ФГБОУ ВО ДонНАСА



1
причина

**БОГАТАЯ
ИСТОРИЯ И
ТРАДИЦИИ**



10 причин поступить в
ФГБОУ ВО ДонНАСА



2
причина

**КАЧЕСТВЕННОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ**



10 причин поступить в
ФГБОУ ВО ДонНАСА



3
причина

**АВТОРИТЕТ
АКАДЕМИИ
ЗА РУБЕЖОМ**



10 причин поступить в
ФГБОУ ВО ДонНАСА



4
причина

**ВОСТРЕБОВАННЫЕ
СПЕЦИАЛЬНОСТИ**



10 причин поступить в
ФГБОУ ВО ДонНАСА



5
причина

**ПЕРЕДОВАЯ
НАУКА**



10 причин поступить в
ФГБОУ ВО ДонНАСА



6
причина

**ЛУЧШИЙ
СТУДЕНЧЕСКИЙ
ГОРОДОК**



10 причин поступить в
ФГБОУ ВО ДонНАСА



7
причина

**ЛУЧШАЯ
СИСТЕМА
ПИТАНИЯ**



10 причин поступить в
ФГБОУ ВО ДонНАСА



8
причина

**НАСЫЩЕННАЯ
СТУДЕНЧЕСКАЯ КУЛЬТУРНАЯ И
ОБЩЕСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**



10 причин поступить в
ФГБОУ ВО ДонНАСА



9
причина

**ОТЛИЧНАЯ СРЕДА ДЛЯ
ДОСУГА И ОЗДОРОВЛЕНИЯ**



10 причин поступить в
ФГБОУ ВО ДонНАСА



10
причина

**ВОЗМОЖНОСТИ
ДЛЯ ЗАНЯТИЯ
СПОРТОМ**



РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Главный редактор

Н.М. ЗАЙЧЕНКО,
д. т. н., профессор

Зам. главного редактора
(научный редактор)

В.Ф. МУЩАНОВ,
д. т. н., профессор

Выпускающий редактор

Н.Х. ДМИТРИЕВА

Ответственный редактор

Б.В. КЛЯУС

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ ЖУРНАЛА

ФГБОУ ВО «ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»
Министерства науки и высшего образования
Российской Федерации при поддержке Министерства
строительства и жилищно-коммунального хозяйства
Донецкой Народной Республики

АДРЕС РЕДАКЦИИ

Российская Федерация, Донецкая Народная Республика, 286123, г. Макеевка,
ул. Державина, д. 2 ФГБОУ ВО «ДОННАСА»
Web: strdon.donnasa.ru. Электронная почта: strdon@donnasa.ru
Контактный телефон: +7 (949) 363-74-63

Печатается по решению Ученого Совета
ФГБОУ ВО «ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»
Протокол № 10 от 26.05.2025

Перепечатка, копирование и воспроизведение всех материалов журнала возможны только с письменного разрешения редакционной коллегии

«Свободная цена»

Свидетельство о регистрации СМИ: ПИ № ФС 77 – 86363 от 17.11.2023 выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Журнал включен в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук» (перечень ВАК Российской Федерации)

Подписано в печать 23.06.2025. Формат 60 x 90^{1/8}.
Бум. мелов. Усл. печ. л. 15,04. Тираж 300 экз. Заказ № 12.

Отпечатано ИП Дмитриев С.Г. Регистрация в РФ 17.02.2023 г.
286156, г. Макеевка, м-н Зеленый, 76/66.

№ 2(31),
Июнь 2025 г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

1. Агеев В.Г. – ГБУ «НИИ «Респиратор» МЧС ДНР», РФ
2. Андрийчук Н.Д. – ФГБОУ ВО ЛНР «ЛНУ им. Даля», РФ
3. Башевая Т.С. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
4. Бенаи Х.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
5. Беспалов В.Л. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
6. Большаков А.Г. – ИрНИТУ, РФ
7. Братчун В.И. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
8. Броханов А.М. – ГУ МакНИИ, РФ
9. Гайворонский Е.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
10. Горожанкин С.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
11. Горохов Е.В. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
12. Дмитренко Е.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
13. Долженков А.Ф. – ГБУ «НИИ «Респиратор»
МЧС ДНР», РФ
14. Дрозд Г.Я. – ФГБОУ ВО ЛНР «ЛНУ им. Даля», РФ
15. Зайченко Н.М. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
16. Иванов М.Ф. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
17. Левченко В.Н. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
18. Лобов И.М. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
19. Лукьянов А.В. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
20. Мамаев В.В. – ГБУ «НИИ «Респиратор» МЧС ДНР», РФ
21. Мищенко Н.И. – ФГБОУ ВО «ДОННТУ», РФ
22. Мущанов В.Ф. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
23. Нагаева З.С. – ФГАОУ ВО «КФУ»
им. В.И. Вернадского», РФ
24. Назим Я.В. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
25. Найманов А.Я. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
26. Насонкина Н.Г. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
27. Нездойминов В.И. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
28. Нечепаев В.Г. – ФГБОУ ВО «ДОННТУ», РФ
29. Олеклюк А.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
30. Пенчук В.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
31. Петраков А.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
32. Пушкарёва Н.А. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
33. Радионов Т.В. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
34. Рожков В.С. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
35. Савенков Н.В. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
36. Севка В.Г. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
37. Семченков Л.В. – МИНСТРОЙ ДНР, РФ
38. Сердюк А.И. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
39. Сторожев В.И. – ФГБОУ ВО «ДонГУ», РФ
40. Тищенко В.П. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
41. Удовиченко З.В. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
42. Шаленный В.Т. – ФГАОУ ВО «КФУ»
им. В.И. Вернадского», РФ
43. Шеина С.Г. – ФГБОУ ВО «ДГТУ», РФ
44. Шолух Н.В. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
45. Югов А.М. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ

С О Д Е Р Ж А Н И Е

ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ
СОВРЕМЕННОЙ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ
СРЕДЫ ОБЪЕКТОВ
ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

*Гарькин И. Н., Сабитов Л. С., Радионов Т. В.,
Нагаева З. С.*

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ
ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ
КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ 4

*Гарькин И. Н., Сабитов Л. С., Радионов Т. В.,
Нагаева З. С.*

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ
КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ:
МЕТОД БЕЙЕСА 11

Гайворонский Е. А., Гавриш Ю. С.

ПРОБЛЕМА АРХИТЕКТУРНОЙ РЕИНТЕГРАЦИИ
НЕФУНКЦИОНИРУЮЩИХ ЗДАНИЙ
И СООРУЖЕНИЙ, ИХ КОМПЛЕКСОВ
В СОВРЕМЕННЫХ СОЦИАЛЬНО-
ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ
УСЛОВИЯХ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ
РЕСПУБЛИКИ КАК НОВОГО СУБЪЕКТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ 16

*Джерелей Д. А., Гайворонский Е. А.,
Миргородский Э. О.*

АРХИТЕКТУРНО-СРЕДОВАЯ АДАПТАЦИЯ
ОБЪЕКТОВ ТУРИЗМА В УСЛОВИЯХ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ.
ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ 22

Бенаи Х. А., Дыкун А. А., Миргородский Э. О.

ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНО-
ПЛАНИРОВОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИЛЫХ
ОБРАЗОВАНИЙ СОЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ
(НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ДОНЕЦКА) 32

*Черныш М. А., Баркалова Е. И., Шматова Д. С.,
Хухрянская К. М.*

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И
СТРОИТЕЛЬСТВА РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ
ЦЕНТРОВ (НА ПРИМЕРЕ г. ДОНЕЦКА) 39

*Черныш М. А., Баркалова Е. И., Хухрянская К. М.,
Шматова Д. С.*

ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И
НАПРАВЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ
КУЛЬТУРНО-ДОСУГОВЫХ ЦЕНТРОВ 46

Липуга Р. Н., Баркалова Е. И., Хрусталева Д. А.

АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ
ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
КУЛЬТУРНО-ДОСУГОВЫХ ЦЕНТРОВ 55

Щербакова Д. Э.

ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ
СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРНОЙ
РЕИНТЕГРАЦИИ ОБЪЕКТОВ КИРПИЧНОГО
СТИЛЯ КОНЦА XIX - НАЧАЛА XX ВВ.
В ГОРОДАХ ДОНБАССА 62

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ
ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

*Ахмедова О. О., Спиридонов Д. И., Атрашенко О. С.,
Копейкина Т. В., Панасенко М. В.*

РАЗРАБОТКА ФОТОЛИТИЧЕСКОЙ
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ
ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ПОВТОРНОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 70

Саченок Д. А., Мясков А. А., Коликов К. С.

О ВНЕДРЕНИИ ЭЛЕКТРОННОЙ ПЛАТФОРМЫ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ
РЕГИОНА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА
В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОХРАНЕНИЯ
ЭКОСИСТЕМ ДАРВИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА 77

Манжилевская С. Е., Маилян Д. Р.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО
ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ РМ2.5 В СТРОИТЕЛЬСТВЕ 85

*Овсепян А. А., Манжилевская С. Е., Маилян Д. Р.,
Бакин Н. С.*

СНИЖЕНИЕ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ОБЪЕКТОВ
ТОЧЕЧНОЙ ЗАСТРОЙКИ ПРИ
БЛАГОУСТРОЙСТВЕ ТЕРРИТОРИИ С
ПРИМЕНЕНИЕМ ТРОТУАРНОЙ ПЛИТКИ
ИЗ ПЕРЕРАБОТАННОГО ПОЛИМЕРА 94

SUMMARY

PROCESSES OF MODERN URBAN DEVELOPMENT ENVIRONMENT'S FORMATION FOR URBAN DEVELOPMENT OBJECTS
*Igor Garkin, Linar Sabitov, Timur Radionov,
Zarema Nagaeva*

APPLICATION OF FORECASTING METHODS IN ASSESSING THE TECHNICAL CONDITION OF CULTURAL HERITAGE SITES 4

*Igor Garkin, Linar Sabitov, Timur Radionov,
Zarema Nagaeva*

ASSESSMENT OF THE STATE OF CULTURAL HERITAGE OBJECTS: BAYESIAN METHOD 11

Evgeny Gayvoronsky, Yulia Gavrish

THE PROBLEM OF ARCHITECTURAL REINTEGRATION OF NON-FUNCTIONING BUILDINGS AND STRUCTURES, AND THEIR COMPLEXES IN THE MODERN SOCIO-ECONOMIC AND GEOPOLITICAL CONDITIONS OF THE DONETSK PEOPLE'S REPUBLIC AS A NEW SUBJECT OF THE RUSSIAN FEDERATION 16

*Daria Dzhereley, Evgeny Gayvoronsky,
Eduard Mirgorodskiy*

ARCHITECTURAL AND ENVIRONMENTAL ADAPTATION OF TOURISM FACILITIES IN THE DONETSK PEOPLE'S REPUBLIC: PROBLEM STATEMENT 22

Khafizulla Benai, Anna Dykun, Eduard Mirgorodskiy

FEATURES OF ARCHITECTURAL AND TOWN PLANNING ORGANIZATION OF SOCIAL HOUSING (ON THE EXAMPLE OF DONETSK) 32

Marina Chernysh, Ekaterina Barkalova, Diana Shmatova, Karina Khukhryanskaya

RELEVANCE OF DESIGNING AND CONSTRUCTING REHABILITATION CENTERS (ON THE EXAMPLE OF DONETSK) 39

Marina Chernysh, Ekaterina Barkalova, Karina Khukhryanskaya, Diana Shmatova

PROGRESSIVE TRENDS AND DIRECTIONS IN THE MODERNIZATION OF CULTURAL AND LEISURE CENTERS 46

Raisa Lipuga, Ekaterina Barkalova, Diana Khrustaleva

ARCHITECTURAL AND PLANNING PREMISES FOR DESIGNING CULTURAL AND LEISURE CENTERS 55

Daria Shcherbakova

TYPOLOGICAL PREMISES OF CONTEMPORARY ARCHITECTURAL REINTEGRATION OF LATE XIX – EARLY XX CENTURY BRICK STYLE BUILDINGS IN DONBASS CITIES 62

ENHANCEMENT OF RELIABILITY IN URBAN INFRASTRUCTURE SYSTEMS
Olga Ahmedova, Dmitry Spiridonov, Olga Atrashchenko, Tatyana Kopeikina, Mikhail Panasenko

DEVELOPMENT OF A PHOTOLYTIC RESOURCE-SAVING WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGY FOR REUSE 70

Daniil Sachenok, Artemiy Myaskov, Konstantin Kolikov

ABOUT IMPLEMENTATION OF AN ELECTRONIC ENVIRONMENTAL MONITORING PLATFORM IN THE RYBINSK RESERVOIR REGION TO ENSURE THE CONSERVATION OF ECOSYSTEMS OF THE DARWIN NATURE RESERVE 77

Svetlana Manzhilevskaya, Dmitrii Mailyan

APPLICATION OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR PREDICTING PM2.5 POLLUTION IN CONSTRUCTION 85

Aram Ovsepyan, Svetlana Manzhilevskaya, Dmitrii Mailyan, Nikita Bakin

REDUCING THE NEGATIVE ENVIRONMENTAL IMPACT OF RESIDENTIAL BUILDINGS DURING LANDSCAPING USING RECYCLED POLYMER PAVING SLABS 94

Строитель Донбасса. 2025. Выпуск 2–2025 С. 4–10. ISSN 2617–1848 (print)
The Builder of Donbass. 2025. Issue 2–2025. P. 4–10. ISSN 2617–1848 (print)

Научная статья

УДК 72.059.25

doi: 10.71536/sd.2025.2c31.1

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Игорь Николаевич Гарькин¹, Линар Салихзанович Сабитов²,

Тимур Валерьевич Радионов³, Зарема Садыковна Нагаева⁴

^{1,2}Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия

^{3,4}Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия

¹igor_garkin@mail.ru,²sabitov-kgasu@mail.ru,³t.v.radionov@donnasa.ru,⁴zarema.nagaeva@gmail.com

Аннотация. Анализируются современные подходы к применению методов прогнозирования при оценке технического состояния объектов культурного наследия. Особое внимание уделяется анализу временных рядов, корреляционных зависимостей и использованию регрессионных моделей для выявления и предсказания критических изменений в структуре памятников. Описывается алгоритм построения прогностических моделей на основе исторических данных мониторинга, методы валидации точности получаемых результатов. Представлены рекомендации по интеграции прогнозных методик в комплексные системы мониторинга для повышения эффективности принятия решений по сохранению объектов культурного наследия. Практическая значимость работы заключается в обеспечении научно обоснованного подхода к раннему выявлению рисков деградации и оптимизации мероприятий по реставрации и консервации памятников.

Ключевые слова: объекты культурного наследия, прогнозирование, техническое состояние, методы оценки, регрессионный анализ, мониторинг, реставрация

Original article

APPLICATION OF FORECASTING METHODS IN ASSESSING THE TECHNICAL CONDITION OF CULTURAL HERITAGE SITES

Igor N. Garkin¹, Linar S. Sabitov², Timur V. Radionov³, Zarema S. Nagaeva⁴

^{1,2}Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

^{3,4}Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia

¹igor_garkin@mail.ru,²sabitov-kgasu@mail.ru,³t.v.radionov@donnasa.ru,⁴zarema.nagaeva@gmail.com

Abstract: In this article, we are analyzing modern approaches to the application of forecasting methods in assessing the technical condition of cultural heritage sites. Particular attention is concentrated on the analysis of time series, correlation dependencies and the use of regression models to identify and predict critical changes in the structure of monuments. We are described an algorithm for constructing forecasting models based on historical monitoring data and methods for validating the accuracy of the results. Our article presents recommendations for integrating forecasting methods into complex monitoring systems. It should improve the efficiency of decision-making on the preservation of cultural heritage sites. The practical significance of the work is in providing a scientifically based approach to the early detection of degradation risks and optimization of restoration and conservation measures for monuments.

Keywords: cultural heritage sites, forecasting, technical condition, assessment methods, regression analysis, monitoring, restoration



Гарыгин
Игорь Николаевич



Сабитов
Линар Салихзанович



Радионов
Тимур Валерьевич



Нагаева
Зарема Садыковна

ВВЕДЕНИЕ

Объекты культурного наследия (ОКН) представляют собой уникальные ценности, воплощающие историческую, архитектурную и культурную память народа. Их сохранность – важнейшая задача, требующая внедрения научных подходов к мониторингу и планированию работ по реставрации и эксплуатации. В современных условиях растущего техногенного и экологического воздействия особую значимость приобретают методы прогнозирования, применяемые для оценки технического состояния памятников архитектуры, исторических зданий и других ценных объектов.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В последнее десятилетие тема применения математико-статистических методов для анализа и прогнозирования сохранности объектов культурного наследия (ОКН) активно развивается в научной литературе [1, 2]. Исследования сосредоточены на разработке новых подходов к мониторингу, оценке рисков разрушения и оптимизации реставрационных мероприятий. Ниже представлен анализ ключевых направлений современных публикаций по данной тематике.

Во-первых, значительное внимание уделяется построению и применению временных рядов для анализа динамики технического состояния ОКН. Современные работы (например, статьи в журналах *Journal of Cultural Heritage*, *Heritage Science* и др.) демонстрируют, что применение моделей ARIMA, SARIMA и нейронных сетей эффективно для прогнозирования изменений физического состояния зданий и памятников. В статьях подчеркивается важность регулярного сбора мониторинговых данных и сочетания традиционных статистических моделей с методами искусственного интеллекта для повышения точности прогнозов.

Второе направление – интеграция вероятностных методов анализа рисков деградации. Зарубежные и российские публикации отмечают успешное применение методов Монте-Карло и байесовских сетей для количественной оценки неопределенности в воздействии внешних факторов (климат, вибрации, загрязнения) на долговечность ОКН. Например, R. Brimblecombe и коллеги (2021, *Environment and*

Heritage) исследуют моделирование скорости разрушения материалов на основе климатических сценариев и вероятностных моделей и описывают обобщение этих подходов на группу объектов.

Третье ключевое направление – внедрение автоматических систем мониторинга на основе IoT-датчиков, которые постоянно фиксируют параметры внешней среды и состояния конструкций. Современные публикации показывают, что анализ больших данных, получаемых с таких сенсоров, совместно с машинным обучением позволяет выявлять аномалии на ранних этапах и динамически корректировать прогнозы деградации [3, 4].

Актуальной тенденцией является развитие мультидисциплинарных систем поддержки принятия решений (DSS) по управлению ОКН. Они базируются на статистических моделях, включают GIS-моделирование и позволяют формировать комплексные стратегии защиты памятников, исходя из количественных оценок рисков.

В целом последние исследования подчеркивают, что интеграция статистических моделей с новыми технологиями сбора данных, учет неопределенности в сценариях воздействия факторов среды – ведущий тренд современной диагностики и прогнозирования состояния объектов культурного наследия. Это позволяет повысить обоснованность организационных и технических решений по их сохранению, что отражается в росте числа публикаций в ведущих международных и национальных научных изданиях за 2020–2024 годы.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка и апробация методики количественной оценки и прогноза изменения состояния объектов культурного наследия (ОКН) с учетом вероятностных характеристик и факторов неопределенности.

ЗАДАЧИ РАБОТЫ

- проанализировать основные факторы, влияющие на изменение состояния ОКН, и определить ключевые параметры для мониторинга;
- исследовать корреляционные связи и построить математические модели (линейные, нелинейные регрессионные, авторегрессионные) для описания динамики изменений;

- оценить вероятность достижения критических состояний ОКН и построить доверительные интервалы для прогнозируемых значений;
- провести валидацию предложенной методики на эмпирических данных и сформулировать рекомендации по ее практическому использованию.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Требуется обосновать и реализовать комплексный подход к анализу временных данных о состоянии объектов культурного наследия на основе углубленного корреляционного и регрессионного анализа. Особое внимание уделяется выявлению устойчивых статистических зависимостей между параметрами деградации объектов и внешними факторами воздействия. Важно реализовать построение авторегрессионных моделей (в частности, ARIMA) для прогноза динамики изменений состояния ОКН во времени. Кроме того, необходимо провести вероятностное моделирование процессов деградации для оценки рисков возникновения аварийных состояний [5].

МЕТОД РЕШЕНИЯ

Выполняется детальное изучение корреляционных связей между ключевыми параметрами посредством расчета коэффициентов корреляции и построения линейной/нелинейной регрессии. На основании временных рядов наблюдений состояние ОКН моделируется с помощью авторегрессионных моделей типа ARIMA, что обеспечивает учет сезонности и инерционности процессов деградации. Для анализа вероятностных характеристик и оценки влияния случайных факторов используются методы вероятностного моделирования.

Для систематизации методов прогнозирования состояния ОКН выполним анализ их применения для диагностики и предотвращения аварийных ситуаций и сформируем научно обоснованные стратегии по сохранению и продлению срока службы исторических сооружений.

Для этого используются как классические, так и современные методы прогнозирования. В качестве исходных данных применяется следующий комплекс материалов:

- результаты инструментальных обследований (измерения деформаций, влажности, прочности материалов)
- визуальные осмотры и данные фотофиксации дефектов
- информация о воздействии внешней среды: температурные и влажностные режимы, уровень загрязнённости атмосферы, радиационный и вибрационный фон, сейсмическая активность, влияние подземных вод
- исторические сведения о проведённых реставрационных работах, видах используемых материалов и технологиях строительства
- техногенные и природные факторы риска.

Обработке данных используются современные статистические и вычислительные методы: корреляционный и регрессионный анализ, методы авторегрессии (ARIMA), вероятностное моделирование и стандартизованные методы Монте-Карло. Для более сложных объектов применяются технологии

искусственного интеллекта: нейронные сети, методы машинного обучения и экспертные системы. Важным инструментом становится внедрение BIM-технологий, позволяющих интегрировать данные в единую цифровую модель здания или сооружения.

Рассмотрим применяемые методы более подробно.

Использование корреляционного и регрессионного анализа в прогнозировании состояния объектов культурного наследия

Современные методы оценки и прогнозирования технического состояния памятников архитектуры широко опираются на математический аппарат, в частности, на корреляционный и регрессионный анализ.

Корреляционный анализ

Корреляционный анализ позволяет определить степень взаимосвязи между различными факторами, влияющими на техническое состояние объекта, например, между влажностью окружающей среды, температурным режимом, нагрузками на конструкцию и скоростью развития дефектов. Корреляционный коэффициент Пирсона r рассчитывается по формуле:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} * \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

где x_i – измерения первого признака (например, уровень влажности), y_i – измерения второго признака (например, глубины трещин), – средние значения по соответствующим выборкам. Высокий по модулю коэффициент r (приближающийся к 1 или -1) указывает на сильную линейную связь между параметрами, что позволяет обосновать их включение в регрессионные модели.

Регрессионный анализ

Регрессионный анализ значительно расширяет возможности прогнозирования, позволяя строить математические зависимости между параметрами состояния и эксплуатационными или природными факторами. В самом простом случае линейной регрессии связь между параметром состояния объекта

у (например, скорость распространения коррозии) и фактором

х (например, влажность воздуха) выражается уравнением:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$$

где β_0 и β_1 – параметры регрессии, определяемые методом наименьших квадратов, ε – случайная ошибка.

Для многомерного регрессионного анализа, когда учитывают несколько факторов (например, температура x_1 , влажность x_2 , вибрация x_3), модель имеет вид:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \varepsilon$$

Параметры β_i определяют вклад каждого фактора в изменение исследуемого показателя. После апробации модели на исторических данных можно использовать ее для долгосрочного прогнозирования состояния объекта с целью планирования реставрационных мероприятий.

Рассмотрим реальный пример. Допустим, в ходе обследования определено, что на рост ширины трещины в несущей стене влияют влажность (в процентах) и сезонные колебания температуры (в градусах). Полученная по наблюдениям множественная регрессия такова:

$$\begin{aligned} \text{Ширина трещины} = & 0,2 + 0,04 \times \text{Влажность} + \\ & + 0,01 \times \text{Температура} \end{aligned}$$

Это означает, что с увеличением влажности на 1 %, ширина трещины возрастает в среднем на 0,04 мм, а с повышением температуры на 1 градус – на 0,01 мм. В результате возможен расчет необходимого времени для достижения критических значений, требующих вмешательства.

Внедрение методов корреляционного и регрессионного анализа позволяет не только выявлять существенные связи между факторами среды и характеристиками разрушения, но и строить надёжные прогнозные модели, минимизируя риски и оптимизируя планы по сохранению объектов культурного наследия.

Тем самым, данные методы обеспечивают научно обоснованный подход к мониторингу состояния памятников архитектуры. В первую очередь, это позволяет своевременно реагировать на выявленные изменения и предотвращать серьезные повреждения.

Множественная регрессия, как видно из примера, даёт возможность оценить вклад каждого фактора в общее изменение состояния объекта. Возрастание коэффициентов при переменных указывает на их большую значимость в процессе разрушения. Если, например, коэффициент при влажности существенно выше, чем при температуре, это свидетельствует о необходимости первоочередных мер по контролю влажностного режима.

Корреляционный анализ позволяет определить, какие факторы наиболее тесно связаны с разрушающими процессами, а какие оказывают минимальное влияние. Например, если коэффициент корреляции между влажностью и шириной трещин близок к 1, это говорит о почти линейной взаимосвязи между этими параметрами. Полученные результаты обосновывают внедрение инженерных решений: установку систем вентиляции, гидроизоляции, регулярный осмотр наиболее подвержённых разрушению мест.

Использование статистических методов способствует обоснованию рекомендаций по режиму эксплуатации памятников, выбору методов консервации и определению приоритетов при реставрации. Кроме того, построенные на основе регрессионных моделей прогнозы позволяют планировать финансовые и трудовые ресурсы на необходимые мероприятия, что немаловажно в условиях ограниченного бюджета.

Следует отметить, что результаты анализа необходимо регулярно пересматривать по мере накопления новых данных наблюдений. Современные средства автоматического мониторинга (датчики температуры, влажности, программные комплексы для сбора и обработки информации) на порядок увеличивают точность таких оценок.

Применение методов авторегрессии (ARIMA)

Для прогноза динамики процессов разрушения объектов культурного наследия целесообразно использовать авторегрессионные модели с интегрированным скользящим средним – ARIMA (p, d, q). Основная идея ARIMA заключается в моделировании временного ряда y_t (например, количественной характеристики разрушения за период времени t) с учетом как собственных прошлых значений, так и случайных возмущений прошлых периодов. Модель общего вида записывается так:

$$y_t = c + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \\ + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t$$

где

y_t – значение разрушающего фактора или степени износа в момент времени t ,

c – константа,

ϕ_i – коэффициенты авторегрессии порядка p ,

θ_j – коэффициенты скользящего среднего порядка q ,

ε – белый шум.

Если исходный временной ряд нестационарен, применяется процедура дифференцирования порядка d :

$$y'_t = y_t - y_{t-1}$$

или более общей формы для $d > 1$:

$$y_t^{(d)} = \Delta^d y_t$$

где Δ – оператор разности.

Пошаговая схема реализации

1. *Проверка стационарности.* На практике для временного ряда повреждений проводят тест на стационарность (например, тест Дики-Фуллера). Если ряд нестационарен, его дифференцируют до достижения стационарности.

2. *Идентификация параметров.* Используя автокорреляционную (ACF) и частично автокорреляционную функции (PACF), определяют порядки p (авторегрессии) и q (скользящего среднего). Данные параметры подбираются с помощью критериев информации Акаике (AIC) или Байеса (BIC).

3. *Оценка модели.* Метод наименьших квадратов или максимального правдоподобия для получения оценок ϕ_i, θ_j .

4. *Построение прогноза.* После оценки коэффициентов формируется прогноз значений повреждения или износа:

$$\hat{y}_{t+1} = c + \sum_{i=1}^p \varphi_i y_{t+1-i} + \sum_{i=1}^q \theta_j \varepsilon_{t+1-i}$$

Применение в задаче сохранения памятников.

Пусть y_t – измеряемый процент потери несущей способности архитектурного элемента за год. Исторические данные за предыдущие годы позволяют применить ARIMA-модель, например, с параметрами $(1, 1, 1)$:

$$y_t = c + \phi_1 y_{t-1} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

Получив оценки ϕ_1 , θ_1 по доступным данным, можно не только прогнозировать будущие значения разрушения, но и проводить имитационное моделирование сценариев при изменении соотношения климатических факторов, организации капитальных ремонтов и т.п.

ПРИМЕР РАСЧЁТА ПРОГНОЗА:

Пусть оценки модели $c = 0,05$, $\phi_1 = 0,7$, $\theta_1 = 0,2$. Из знаний о состоянии объекта за последний (y_{t-1}) и предыдущие годы, и величины белого шума можно рассчитать прогноз повреждения на следующий год.

Таким образом, применение методов ARIMA позволяет на математически строгой и количественной основе не только выявлять тренды разрушения, но и производить долгосрочный прогноз, что критически важно для составления эффективных планов реставрационных и превентивных работ для сохранения объектов культурного наследия.

Дальнейшее развитие модели заключается во включении в неё дополнительных параметров, учитывающих особенности климата, эксплуатации, ремонтных вмешательств и других воздействий. Например, если известно, что через два года планируется капитальный ремонт (что эквивалентно сокращению величины ущерба), в модель можно ввести экзогенную переменную, описывающую этот эффект. Соответственно, модель принимает вид ARIMAX или SARIMAX, где «X» обозначает учёт внешних факторов.

Для высокой точности прогноза важна качественная калибровка модели по историческим данным. Это требует анализа ошибок аппроксимации, проверки остатков (остатки должны быть похожи на белый шум, иначе модель недоучитывает какие-то закономерности) и возможного повышения порядка модели или перехода к более сложным конструкциям (например, включить сезонные компоненты при выраженной циклическости разрушения).

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Планирование ремонтов. Регулярные прогнозы позволяют обосновать необходимость текущих и капитальных ремонтов: если модель предсказывает ускоренный рост разрушения – можно заранее подготовить смету работ или скорректировать очередность вмешательств.

2. Оценка эффективности принимаемых мер. Если после реставрации наблюдается изменение тренда (например, темпы разрушения замедлились), количественно можно оценить эффект проведённых работ, либо скорректировать технологию защиты.

3. Сценарное моделирование. Возможность провести вычисления для разных сценариев климата (например, повышения влажности или температуры), увеличения антропогенной нагрузки, изменений атмосферной загрязнённости и т.д.; спрогнозировать, какие из них наиболее опасны для сохранности объекта.

Специалисты на основании полученной модели могут построить прогноз кривой разрушения на ближайшие 5–10 лет. Если ожидается достижение

критического уровня повреждённости (например, по шкале «indifferent serviceability»), они разрабатывают мероприятия для его упреждения. Кроме того, наглядная визуализация динамики разрушения (графики, диаграммы трендов) становится обоснованием для приведения данных в технической и проектной документации объектов культурного наследия [6..8].

Математическое моделирование с использованием подхода ARIMA (и развитие до ARIMAX/SARIMAX) становится важным инструментом современного архитектора [9], реставратора и инженера для научно обоснованного принятия решений по сохранности зданий и сооружений. Такой прогноз позволяет не только оценивать риски, но и оптимизировать расходы, минимизировать ущерб историческим материалам, а главное – сохранять культурное наследие для будущих поколений. [Если важно – могу рассчитать пример на реальных или модельных данных, либо рассказать подробнее про алгоритм калибровки такого прогноза].

ВЫВОДЫ

В заключение следует подчеркнуть, что комплексный подход, включающий анализ временных рядов, корреляционный и регрессионный анализ, методы авторегрессии, такие как ARIMA, вероятностное моделирование, стандартизованные методы Монте-Карло, является мощным инструментом в оценке и обеспечении сохранности объектов культурного наследия. Анализ временных рядов позволяет выявить динамику изменений состояния памятников во времени, а корреляционный и регрессионный анализы способствуют установлению причинно-следственных связей между различными факторами их разрушения. Применение моделей авторегрессии, в частности ARIMA, обеспечивает возможность точного прогнозирования дальнейших изменений технического состояния на основе исторических данных.

Кроме того, вероятностное моделирование и методы Монте-Карло позволяют учесть неопределенность факторов, влияющих на сохранность объектов, и обеспечить более надёжную оценку рисков разрушения и деградации. Проведение таких расчетов способствует оптимизации мероприятий по поддержанию памятников, повышению эффективности реставрационных работ и рациональному распределению ресурсов. Стандартизованные методы анализа гарантируют сопоставимость и объективность получаемых результатов.

Таким образом, интеграция перечисленных математико-статистических подходов в практику оценки объектов культурного наследия позволяет перейти от субъективных экспертных оценок к научно обоснованным решениям, что способствует эффективному управлению рисками и укреплению систем сохранения историко-культурной среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гарькин, И. Н. Историко-архитектурная ценность объектов культурного наследия: методика оценки, пофакторный и историко-генетический анализ / И. Н. Гарькин,

- С. А. Борознов // *Региональная архитектура и строительство*. – 2025. – № 1(62). – С. 192–199.
2. Mayatskaya I., Yazyev B., Kuznetsov V., Tetenkov N., Klyuev S., Nabiyullina K. *Features of the development of architectural bionics in the modern world // Industrial and Civil Construction 2022. ISCICC: International Scientific Conference on Industrial and Civil Construction*. – Belgorod: BSTU named after V. G. Shukhov, 2024. – P. 285–293.
3. Мирхасанов Р. Ф., Сабитов Л. С., Гарькин И. Н., Киямова Л. И. Чикагская архитектурная школа: использование стального каркаса / Р. Ф. Мирхасанов, Л. С. Сабитов, И. Н. Гарькин, Л. И. Киямова // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2024. – № 2(166). – С. 10–17.
4. Mayatskaya I., Yazyeva S., Gatiev M., Kuznetsov V., Klyuev S., Sabitov L. *Application of fractal methods in the design of modern structures // Industrial and Civil Construction 2022. ISCICC: International Scientific Conference on Industrial and Civil Construction*. – Belgorod: BSTU named after V. G. Shukhov, 2024. – P. 414–422.
5. Гадаборшева Т. Б., Гарькин И. Н., Сабитов Л. С., Ахметов Ф. М. Устройства регулирования воздушного и тепловлажностного режимов на объектах культурного наследия: православные храмы / Т. Б. Гадаборшева, И. Н. Гарькин, Л. С. Сабитов, Ф. М. Ахметов // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2024. – № 2(166). – С. 3–9.
6. Попов А. О., Сабитов Л. С., Гарькин И. Н., Сахапов Р. Л., Каримов Т. М. Инженерное исследование фундаментов объекта культурного наследия «Ханский дворец» в г. Бахчисарай / А. О. Попов, Л. С. Сабитов, И. Н. Гарькин [и др.] // Строитель Донбасса. – 2024. – № 3(28). – С. 19–27.
7. Cheng J., Hou W., Zheng X., Fediuk R., Qin Y., Chen Z., Yu., Song W. *Preparation and characterization analysis of modified bentonite-based powder for improving explosion suppression effects // Powder Technology*. – 2024. – Vol. 440. – Article 119758.
8. Дымолазов М. А., Сабитов Л. С., Абдуллаязнов Э. Ю., Гарькина В. А., Киямова Л. И. Некоторые аспекты выявления резервов несущей способности структурных конструкций // Системные технологии. – 2024. – № 3(52). – С. 35–41.
9. Будылина Е. А., Данилов А. М., Гарькина И. А. Моделирование с позиций управления в технических системах / Е. А. Будылина, А. М. Данилов, И. А. Гарькина // Региональная архитектура и строительство. – 2013. – № 2. – С. 138–142.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Гарькин Игорь Николаевич – кандидат технических наук, кандидат исторических наук, заведующий кафедрой «Архитектура, реставрация и дизайн», Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумубы, Россия, Москва. Научные интересы: объекты культурного наследия, архитектура, строительные конструкции, техническая экспертиза.

Сабитов Линар Салихзанович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Архитектура, реставрация и дизайн», Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумубы, Россия, Москва. Научные интересы: развитие композиционных форм и методов проектирования башенных сооружений с пониженной материалоемкостью и трудоемкостью изготовления.

Радионов Тимур Валерьевич – кандидат архитектуры, доцент, заведующий кафедрой «Архитектурное проектирование и дизайн архитектурной среды» Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: архитектура, реставрация, дизайн.

Нагаева Зарема Садыковна – доктор архитектуры, профессор, Член-корреспондент РААСН, профессор кафедры «Архитектурное проектирование и дизайн архитектурной среды» Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: архитектура, реставрация, дизайн.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Garkin Igor N. – Ph. D. (Arch.), Associate Professor, Historical Sciences, Head of the Department of Architecture, Restoration and Design, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Russia, Moscow. Scientific interests: cultural heritage sites, architecture, building structures, technical expertise

Sabitov Linar S. – D. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Architecture, Restoration and Design, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Russia, Moscow. Scientific interests: Development of composite forms and design methods for tower structures with reduced material and labor intensity of manufacture.

Radionov Timur V. – Ph. D. (Arch.), Associate Professor, Head of the Department of «Architectural Design and Design of the Architectural Environment» of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: architecture, restoration, design.

Nagaeva Zarema S. – D. Sc. (Arch.), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Professor of the Department of «Architectural Design and Design of the Architectural Environment» of the Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: architecture, restoration, design.

REFERENCES

1. Budylina, E.A., Danilov, A.M. and Garkina, I.A., 2013. Modeling from the perspective of management in technical systems. *Regional Architecture and Construction*, (2), pp. 138–142.
2. Cheng, J., Hou, W., Zheng, X., Fediuk, R., Qin, Y., Chen, Z.Y. and Song, W., 2024. Preparation and characterization analysis of modified bentonite-based powder for improving explosion suppression effects. *Powder Technology*, 440, p. 119758.
3. Gadaborsheva, T.B., Garkyn, I.N., Sabitov, L.S. and Akhmetov, F.M., 2024. Air and thermal humidity regime control devices at cultural heritage sites: Orthodox churches. *Bulletin of the Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture*, (2(166)), pp. 3–9.

4. Garkyn, I.N. and Boroznov, S.A., 2025. Historical and architectural value of cultural heritage sites: assessment methodology, factor and historical-genetic analysis. *Regional Architecture and Construction*, (1(62)), pp. 192–199.
5. Garkyn, I.N., Sabitov, L.S., Mirkhasanov, R.F. and Kiyamova, L.I., 2024. The Chicago School of Architecture: use of steel frame structures. *Bulletin of the Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture*, (2(166)), pp. 10–17.
6. Garkyn, V.A., Dymolazov, M.A., Abdullazyarov, E.Yu., Sabitov, L.S. and Kiyamova, L.I., 2024. Some aspects of identifying the bearing capacity reserves of structural constructions. *System Technologies*, (3(52)), pp. 35–41.
7. Mayatskaya, I., Yazyev, B., Kuznetsov, V., Tetenkov, N., Klyuev, S. and Nabiullina, K., 2024. Features of the development of architectural bionics in the modern world. In: *Industrial and Civil Construction 2022. ISCIIC: International Scientific Conference on Industrial and Civil Construction*. Belgorod: BSTU named after V. G. Shukhov, pp. 285–293.
8. Mayatskaya, I., Yazyeva, S., Gatiev, M., Kuznetsov, V., Klyuev, S. and Sabitov, L., 2024. Application of fractal methods in the design of modern structures. In: *Industrial and Civil Construction 2022. ISCIIC: International Scientific Conference on Industrial and Civil Construction*. Belgorod: BSTU named after V. G. Shukhov, pp. 414–422.
9. Popov, A.O., Sabitov, L.S., Garkyn, I.N., Sakhapov, R.L. and Karimov, T.M., 2024. Engineering study of foundations of the cultural heritage site “Khan’s Palace” in Bakhchysarai. *The Builder of Donbass*, (3(28)), pp. 19–27.

Статья поступила в редакцию 28.04.2025; одобрена после рецензирования 16.05.2025; принята к публикации 23.05.2025.

The article was submitted 28.04.2025; approved after reviewing 16.05.2025; accepted for publication 23.05.2025.

Строитель Донбасса. 2025. Выпуск 2–2025 С. 11–15. ISSN 2617–1848 (print)
The Builder of Donbass. 2025. Issue 2–2025. P. 11–15. ISSN 2617–1848 (print)

Научная статья

УДК 72.059.25

doi: 10.71536/sd.2025.2c31.2

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ: МЕТОД БЕЙЕСА

Игорь Николаевич Гарькин¹, Линар Салихзанович Сабитов²,

Тимур Валерьевич Радионов³, Зарема Садыковна Нагаева⁴

^{1,2}Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия

^{3,4}Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия

¹igor_garkin@mail.ru, ²sabitov-kgasu@mail.ru, ³t.v.radionov@donna.sru, ⁴zarema.nagaeva@gmail.com

Аннотация. Анализируется применение метода Бейеса для оценки состояния объектов культурного наследия. Описываются основные принципы байесовского подхода, позволяющего объединять априорные знания (экспертные оценки, исторические данные) и результаты современных инструментальных обследований (например, данные влагометров, термографических исследований, химических анализов). Приведены математические расчёты вероятностей возникновения повреждений по результатам независимых обследований и рассмотрена возможность поэтапного уточнения вероятности наличия дефектов. Особое внимание уделяется потенциальному байесовским сетей для комплексной диагностики памятников и прогнозирования их состояния на основе обновляемых данных. Подчёркиваются преимущества метода в условиях неопределённости и нехватки информации, перспективы его применения для долгосрочного мониторинга и принятия решений по сохранению культурного наследия.

Ключевые слова: метод Бейеса, объекты культурного наследия, вероятностная оценка, апостериорная вероятность, мониторинг состояния, экспертные системы, байесовские сети, реставрация, повреждения памятников, диагностика зданий

Original article

ASSESSMENT OF THE STATE OF CULTURAL HERITAGE OBJECTS: BAYESIAN METHOD

Igor N. Garkin¹, Linar S. Sabitov²,

Timur V. Radionov³, Zarema S. Nagaeva⁴

^{1,2}Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia

^{3,4}Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeyevka, Russia

¹igor_garkin@mail.ru, ²sabitov-kgasu@mail.ru, ³t.v.radionov@donna.sru, ⁴zarema.nagaeva@gmail.com

Abstract. Our article is devoted for the application of the Bayesian method in assessing the condition of cultural heritage sites. The main principles of the Bayesian approach are described. It allows combining a priori knowledge (expert assessments, historical data) and the results of modern instrumental surveys (as an example, moisture meter data, thermographic studying, chemical analyzes). Mathematical calculations of the probabilities of damage occurrence based on the results of independent surveys are given. The possibility of a step-by-step clarification in the probability of the presence of defects are considered. Particular attention is concentrated on the potential of Bayesian networks for comprehensive diagnostics of monuments, as well as forecasting its condition based on updated data. The advantages of the method in conditions of uncertainty and lack of information, as well as the prospects for its application for long-term monitoring and decision-making on the preservation of cultural heritage are emphasized.

© Гарькин И. Н., Сабитов Л. С., Радионов Т. В., Нагаева З. С., 2025



Гарыгин
Игорь Николаевич



Сабитов
Линар Салихзанович



Радионов
Тимур Валерьевич



Нагаева
Зарема Садыковна

Keywords: Bayesian method, cultural heritage sites, probabilistic assessment, a posteriori probability, condition monitoring, expert systems, Bayesian networks, restoration, damage to monuments, diagnostics of buildings

ВВЕДЕНИЕ

Объекты культурного наследия (ОКН) представляют собой уникальные произведения архитектуры, истории, искусства и археологии, сохраняющие культурную память народов и поколений. Поддержание их физического состояния – одна из главных задач современного общества. Эффективная оценка состояния ОКН необходима для своевременного планирования реставрационных и консервационных мероприятий, предотвращения катастрофических разрушений и необратимой потери культурных ценностей. Однако из-за сложности конструкции, возраста, ограниченности данных наблюдений оценка технического состояния памятников неизбежно сопровождается неопределенностью. В связи с этим всё большую актуальность приобретает применение вероятностных методов, в частности – байесовских подходов, позволяющих интегрировать априорные знания с результатами современных обследований.

ЦЕЛИ РАБОТЫ

Обоснование и демонстрация эффективности применения метода Бейеса для оценки состояния объектов культурного наследия с учётом специфики их устройства и неопределенности получаемых данных.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- анализируются источники неопределенности при оценке технического состояния ОКН [1];
- формализуется применение метода Бейеса для интеграции экспертных, статистических и измерительных данных;
- приводится пример практического применения байесовского подхода при диагностике повреждений;
- исследуется потенциал обновления прогнозных оценок при поступлении новых данных обследований;
- формулируются рекомендации и ограничения применения байесовских методов в области сохранения культурного наследия.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В рамках настоящей работы задача заключается в построении последовательного вероятностного алгоритма оценки состояния ОКН. Пусть в результате первичного экспертного осмотра, анализа исторической/технической документации и инструментальных обследований получено множество разнородных данных, характеризующих состояние отдельных конструктивных элементов (например, фундаментов, стен, перекрытий) памятника. Необходимо на их основании определить степень вероятности наличия или отсутствия критических дефектов, выработать рекомендации по проведению ремонтно-реставрационных работ и обосновать приоритеты вмешательства [2, 3]. Особое внимание уделяется корректному учёту априорной информации (экспертной оценки, статистики для аналогичных объектов), поэтапному обновлению оценки риска при поступлении новых результатов обследования, в том числе с использованием современных неразрушающих методов контроля.

МЕТОД РЕШЕНИЯ

Допустим, перед специалистами стоит задача определить вероятность наличия скрытых повреждений стен исторического здания. Исходя из опыта эксплуатации зданий такого же типа и возраста, и результатов аналогичных обследований, формируется априорная оценка вероятности этих повреждений. Далее проводится обследование с помощью современного оборудования: результаты, полученные с тепловизора и влагомера, уточняют картину. С помощью формулы Бейеса предварительная вероятность корректируется с учетом новых данных, что позволяет более обоснованно принять решение – например, требуется ли срочный ремонт или возможно отложить вмешательство.

Преимущества метода

Главным достоинством байесовского подхода при оценке состояния ОКН является возможность формального учета неполных, разноплановых и противоречивых данных. Технология хорошо адаптируется к иерархическим структурам (от отдельных элементов к целому объекту), позволяет обновлять оценки состо-

яния по мере поступления новых сведений и работать с неопределенностями. Кроме того, на базе байесовских алгоритмов возможно строить автоматизированные экспертные системы, помогающие сопровождать памятники в долгосрочной перспективе (мониторинг, прогнозирование изменений) [4, 5].

Пример математического применения байесовского подхода

Рассмотрим типовую задачу: требуется определить вероятность наличия скрытых повреждений (например, повышенной влажности внутри стены исторического здания) на основании инспекции с помощью влагометра.

Пусть:

H – гипотеза: в стене есть скрытые повреждения;

\bar{H} – альтернативная гипотеза: скрытых повреждений нет;

E – событие: показания влагометра превышают порог.

Этап 1. Формирование априорных вероятностей

Пусть из наблюдений и статистики подобных зданий априорно известно:

$$P(H)=0,3, P(\bar{H})=0,7$$

То есть, до измерений считаем, что вероятность наличия дефекта – 30 %.

Этап 2. Вероятности появления признака при разных состояниях

Из опыта известно, что:

если повреждения есть: вероятность превышения влагометром порога

$$P(E|H) = 0,8$$

если повреждений нет: вероятность ложного сигнала

$$P(E|\bar{H}) = 0,1$$

Этап 3. Применение формулы Бейеса

Наблюдаем превышение порога (E). Требуется найти апостериорную вероятность наличия скрытых повреждений при этом условии – $P(H|E)$:

$$P(H|E) = \frac{P(H|E) * P(H)}{P(E)}$$

Где $P(E)$ – полная вероятность события E :

$$P(E) = P(E|H) * P(H) + P(E|\bar{H}) * P(\bar{H}) = 0,8 * 0,3 + 0,1 * 0,7 = 0,24 + 0,07 = 0,31$$

Тогда:

$$P(H|E) = \frac{0,8 * 0,3}{0,31} = \frac{0,24}{0,31} \approx 0,774$$

Интерпретация результата.

До проведения измерения вероятность наличия скрытых повреждений составляла 30 %. После получения тревожного показания влагометра вероятность этой гипотезы для конкретной стены увеличилась до 77,4 %. Это – весомый аргумент в пользу углубленного обследования или немедленного принятия мер.

Обновление оценки при новых данных

Если затем проводится, например, термографическое обследование (F), по результатам которого вероятность обнаружить проблему при ее наличии $P(F|H,E) = 0,7$, а при отсутствии проблемы, и если оно показало возможное наличие дефекта, можно повторить расчет по формуле Бейеса, используя $P(H|E)$ как новую априорную вероятность, и учит данные обоих измерений. Все расчеты ведутся аналогичным образом с учетом независимости факторов или с использованием полной схемы формулы Бейеса.

Продолжая рассмотрение применения метода Бейеса для оценки состояния объекта культурного наследия, остановимся на более сложных ситуациях и дополнительных примерах того, как байесовский подход работает в реальности [6].

Интеграция нескольких независимых данных

Оценка состояния памятника редко ограничивается одним измерением. Допустим, после первого этапа обследования по влагометру мы получили

$$P(H|E) = 0,774$$

Затем проводится термографическое обследование, результат которого мы обозначим как событие F (например, термограмма указывает на аномальную зону). Пусть:

- вероятность положительной термограммы при наличии повреждения $P(F|H) = 0,7$,
- вероятность ложного срабатывания термограммы $P(F|\bar{H}) = 0,2$

Используем обновленную априорную оценку ($P(H|E)$) как новую априорную вероятность для следующего шага:

$$P(H|F,E) = \frac{P(F|H) * P(H|E)}{P(F|E)}$$

Где

$$P(F|E) = P(F|H) * P(H|E) + P(F|\bar{H}) * P(\bar{H}|E)$$

$$P(\bar{H}|E) = 1 - P(H|E) \approx 1 - 0,774 = 0,226$$

Подставляем значения:

$$P(F|E) = 0,7 * 0,774 + 0,2 * 0,226 = 0,5418 + 0,0452 = 0,587$$

Теперь вычисляем окончательную апостериорную вероятность:

$$P(H|F,E) = \frac{0,7 * 0,774}{0,587} = \frac{0,5418}{0,587} \approx 0,923$$

Вывод: после двух независимых обследований вероятность наличия скрытых повреждений достигает 92,3 %. Этот результат подсказывает, что необходимо принять срочные меры.

В реставрационной практике зачастую возникает ситуация, когда априорные вероятности формируются не только из статистики, но и по экспертным оценкам. Например, заведующий объектом может указать, что исходя из истории эксплуатации, вероятность повреждения чуть выше среднего – скажем, 40 %. Такую информацию можно использовать в качестве начальной априорной вероятности.

Если к этой экспертной оценке добавляются дополнительные данные (например, химический анализ штукатурки), то схема расчетов полностью сохраняется: новая апостериорная вероятность после каждого этапа становится априорной для следующего [7, 8].

При оценке обширных архитектурных комплексов или многоэтажных зданий удобно использовать так называемые байесовские сети. Каждая вершина такой сети соответствует одному из элементов (стена, перекрытие, фундамент и др.) или признаку (наличие трещин, влажности и т.д.), а ребра отражают вероятностные связи между ними.

Например, обнаружение повреждений в фундаменте повышает условную вероятность проблем в стенах выше. Сеть позволяет автоматически пересчитывать вероятности при поступлении новых данных – это оптимизирует принятие решений на уровне всего памятника или комплекса.

Базирующийся на байесовском подходе мониторинг состояния ОКН можно использовать не только для фиксации текущего состояния, но и для прогнозирования деградации. Например, если известно, что при определенных условиях влажности и температуры вероятность развития повреждений увеличивается с каждым годом, то можно рассчитать вероятность появления дефекта через заданное время [9, 10].

Допустим, после первичных обследований вероятность повреждения составляет Р0. Если исследование показывает ежегодное увеличение риска на ΔР условно, по правилу полной вероятности и при соответствующей корректировке априорных оценок мы можем спрогнозировать состояние памятника на планируемый срок ремонта или реставрации, учитывая поступающие данные мониторинга.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение метода Бейеса в практику оценки состояния объектов культурного наследия представляет собой качественный шаг вперёд в обеспечении их сохранности. Применение этого вероятностного подхода позволяет не только формально учесть всю имеющуюся информацию, но и последовательно интегрировать новые данные по мере их поступления. Байесовская схема обеспечивает адаптивность: исходные оценки и стратегии реставрации могут оперативно корректироваться в зависимости от динамики состояния памятника и накопления дополнительных сведений. Особенно важным становится учет знаний экспертов и объективных измерительных данных, что повышает обоснованность решений о реставрации, рационализирует расходы времени и ресурсов на обследование и ремонт памятников.

В долгосрочной перспективе применение метода Бейеса способствует переходу к проактивным стратегиям сохранения культурного наследия – от реагирования на выявленные дефекты к построению системы мониторинга и прогноза возможных рисков. Внедрение цифровых технологий и автоматизированных диагностических платформ, основанных на байесовских алгоритмах, дополнительно расширяет возможности сохранения памятников истории, архитектуры и искусства. В то же время метод предъявляет повышенные требования к ква-

лификации специалистов: крайне важно корректно выбирать априорные вероятности и объективно учитывать результаты инспекций. Тем не менее, интеграция байесовских методов в систему управления сохранностью ОКН открывает новые горизонты для науки и реставрационной практики, делая процессы более прозрачными, гибкими и научно обоснованными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гарькин, И. Н. Историко-архитектурная ценность объектов культурного наследия: методика оценки, пофакторный и историко-генетический анализ / И. Н. Гарькин, С. А. Борознов // Региональная архитектура и строительство. – 2025. – № 1(62). – С. 192–199.
- Mayatskaya I., Yazyev B., Kuznetsov V., Tetenkov N., Klyuev S., Nabiyullina K. Features of the development of architectural bionics in the modern world // Industrial and Civil Construction 2022. ISCIIC: International Scientific Conference on Industrial and Civil Construction. – Belgorod: BSTU им. В. Г. Шухова, 2024. – С. 285–293.
- Мирхасанов Р. Ф., Сабитов Л. С., Гарькин И. Н., Киямова Л. И. Чикагская архитектурная школа: использование стального каркаса / Р. Ф. Мирхасанов, Л. С. Сабитов, И. Н. Гарькин, Л. И. Киямова // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2024. – № 2(166). – С. 10–17.
- Mayatskaya I., Yazyeva S., Gatiev M., Kuznetsov V., Klyuev S., Sabitov L. Application of fractal methods in the design of modern structures // Industrial and Civil Construction 2022. ISCIIC: International Scientific Conference on Industrial and Civil Construction. – Belgorod: BSTU им. В. Г. Шухова, 2024. – С. 414–422.
- Гадаборшева Т. Б., Гарькин И. Н., Сабитов Л. С., Ахметов Ф. М. Устройства регулирования воздушного и тепловлажностного режимов на объектах культурного наследия: православные храмы / Т. Б. Гадаборшева, И. Н. Гарькин, Л. С. Сабитов, Ф. М. Ахметов // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2024. – № 2(166). – С. 3–9.
- Попов А. О., Сабитов Л. С., Гарькин И. Н., Сахапов Р. Л., Каримов Т. М. Инженерное исследование фундаментов объекта культурного наследия «Ханский дворец» в г. Бахчисарай / А. О. Попов, Л. С. Сабитов, И. Н. Гарькин [и др.] // Строитель Донбасса. – 2024. – № 3(28). – С. 19–27. – ISSN 2617–1848.
- Cheng J., Hou W., Zheng X., Fediuk R., Qin Yi, Chen Zu. Yu., Song W. Preparation and characterization analysis of modified bentonite-based powder for improving explosion suppression effects // Powder Technology. – 2024. – Vol. 440. – Article 119758.
- Низамов Р. К., Попов А. О. Градостроительное развитие территории комплекса зданий Главного Адмиралтейства г. Санкт-Петербурга в период с 1734 по 1812 гг. / Р. К. Низамов, А. О. Попов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2019. – № 3(49). – С. 27–33.
- Дымолазов М. А., Сабитов Л. С., Абдуллаязнов Э. Ю., Гарькина В. А., Киямова Л. И. Некоторые аспекты выявления резервов несущей способности структурных конструкций // Системные технологии. – 2024. – № 3(52). – С. 35–41.
- Макридин Н. И., Максимова И. Н. Комплексная оценка критерии длительной прочности цементных композитов // Региональная архитектура и строительство. – 2023. – № 3(56). – С. 49–60.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Гарькин Игорь Николаевич – кандидат технических наук, кандидат исторических наук заведующий кафедрой «Архитектура, реставрация и дизайн», Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумубы, Россия, Москва. Научные интересы: объекты культурного наследия, архитектура, строительные конструкции, техническая экспертиза.

Сабитов Линар Салихзанович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Архитектура, реставрация и дизайн», Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумубы, Россия, Москва. Научные интересы: развитие композиционных форм и методов проектирования башенных сооружений с пониженной материалоемкостью и трудоемкостью изготовления.

Радионов Тимур Валерьевич – кандидат архитектуры, доцент, заведующий кафедрой «Архитектурное проектирование и дизайн архитектурной среды» Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: архитектура, реставрация, дизайн.

Нагаева Зарема Садыковна – доктор архитектуры, профессор, Член-корреспондент РААЧ, профессор кафедры «Архитектурное проектирование и дизайн архитектурной среды» Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: архитектура, реставрация, дизайн.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Garkin Igor N. – Ph. D. (Arch.), Associate Professor, Historical Sciences, Head of the Department of Architecture, Restoration and Design, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Russia, Moscow. Scientific interests: cultural heritage sites, architecture, building structures, technical expertise

Sabitov Linar S. – D. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Architecture, Restoration and Design, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Russia, Moscow. Scientific interests: Development of composite forms and design methods for tower structures with reduced material and labor intensity of manufacture.

Radionov Timur V. – Ph. D. (Arch.), Associate Professor, Head of the Department of «Architectural Design and Design of the Architectural Environment» of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: architecture, restoration, design.

Nagaeva Zarema S. – D. Sc. (Arch.), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Professor of the Department of «Architectural Design and Design of the Architectural Environment» of the Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: architecture, restoration, design.

REFERENCES

- Cheng, J., Hou, W., Zheng, X., Fediuk, R., Qin, Y., Chen, Z.Y. and Song, W., 2024. Preparation and characterization analysis of modified bentonite-based powder for improving explosion suppression effects. *Powder Technology*, 440, p.119758.
- Dymolazov, M.A., Sabitov, L.S., Abdullaev, E. Yu., Garkina, V.A. and Kiyamova, L.I., 2024. Some aspects of identifying bearing capacity reserves in structural constructions. *Systemnye Tekhnologii [System Technologies]*, (3(52)), pp. 35–41.
- Gadaborsheva, T.B., Garkyn, I.N., Sabitov, L.S. and Akhmetov, F.M., 2024. Air and thermal humidity regulation systems at cultural heritage sites: Orthodox churches. *Vestnik Donbasskoy Natsionalnoy Akademii Stroitelstva i Arkhitektury*, (2(166)), pp. 3–9.
- Garkyn, I.N. and Boroznov, S.A., 2025. Historical and architectural value of cultural heritage sites: evaluation methodology, factor and historical-genetic analysis. *Regionalnaya Arkhitektura i Stroitelstvo [Regional Architecture and Construction]*, (1(62)), pp. 192–199.
- Garkyn, I.N., Sabitov, L.S., Mirkhassanov, R.F. and Kiyamova, L.I., 2024. The Chicago School of architecture: use of steel frame structures. *Vestnik Donbasskoy Natsionalnoy Akademii Stroitelstva i Arkhitektury*, (2(166)), pp. 10–17.
- Garkyn, I.N., Sabitov, L.S., Popov, A.O., Sakharov, R.L. and Karimov, T.M., 2024. Engineering study of foundations of the cultural heritage site “Khan’s Palace” in Bakhchysarai. *The Builder of Donbass*, (3(28)), pp. 19–27. ISSN 2617–1848.
- Garkyn, I.N., Mayatskaya, I., Yazyev, B., Kuznetsov, V., Tetekov, N., Klyuev, S. and Nabiullina, K., 2024. Features of the development of architectural bionics in the modern world. In: *Industrial and Civil Construction 2022. ISCC: International Scientific Conference on Industrial and Civil Construction*. Belgorod: BSTU named after V. G. Shukhov, pp. 285–293.
- Garkyn, I.N., Mayatskaya, I., Yazyeva, S., Gatiev, M., Kuznetsov, V., Klyuev, S. and Sabitov, L., 2024. Application of fractal methods in the design of modern structures. In: *Industrial and Civil Construction 2022. ISCC: International Scientific Conference on Industrial and Civil Construction*. Belgorod: BSTU named after V. G. Shukhov, pp. 414–422.
- Makridin, N.I. and Maksimova, I.N., 2023. Integrated assessment of criteria for long-term strength of cement composites. *Regionalnaya Arkhitektura i Stroitelstvo [Regional Architecture and Construction]*, (3(56)), pp. 49–60.
- Mirkhassanov, R.F., Sabitov, L.S., Garkyn, I.N. and Kiyamova, L.I., 2024. The Chicago School of Architecture: use of steel framing. *Vestnik Donbasskoy Natsionalnoy Akademii Stroitelstva i Arkhitektury*, (2(166)), pp. 10–17.
- Nizamov, R.K. and Popov, A.O., 2019. Town-planning development of the Main Admiralty building complex territory in Saint Petersburg from 1734 to 1812. *Izvestiya Kazanskogo Gosudarstvennogo Arkhitekturno-Stroitel'nogo Universiteta [News of Kazan State University of Architecture and Engineering]*, (3(49)), pp. 27–33.
- Popov, A.O., Sabitov, L.S., Garkyn, I.N., Sakharov, R.L. and Karimov, T.M., 2024. Engineering investigation of foundations of the cultural heritage site “Khan’s Palace” in Bakhchysarai. *The Builder of Donbass*, (3(28)), pp. 19–27. ISSN 2617–1848.

Статья поступила в редакцию 28.04.2025;
одобрена после рецензирования 16.05.2025; принята
к публикации 23.05.2025.

The article was submitted 28.04.2025; approved after
reviewing 16.05.2025; accepted for publication 23.05.2025.

Строитель Донбасса. 2025. Выпуск 2–2025 С. 16–21. ISSN 2617–1848 (print)
The Builder of Donbass. 2025. Issue 2–2025. P. 16–21. ISSN 2617–1848 (print)

Научная статья

УДК 72.025.5

doi: 10.71536/sd.2025.2c31.3

ПРОБЛЕМА АРХИТЕКТУРНОЙ РЕИНТЕГРАЦИИ НЕФУНКЦИОНИРУЮЩИХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, ИХ КОМПЛЕКСОВ В СОВРЕМЕННЫХ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ КАК НОВОГО СУБЪЕКТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Евгений Алексеевич Гайворонский¹, Юлия Сергеевна Гавриш²

^{1,2}Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия

¹e.a.gajvoronskii@donnasa.ru, ²yu.s.gavrish@donnasa.ru

Аннотация. В статье рассматривается проблема реинтеграции нефункционирующих зданий, сооружений и их комплексов в городах Донецкой Народной Республики, актуальность которой обусловлена многолетними процессами деградации архитектурного фонда вследствие неправильной эксплуатации, отсутствия плановых ремонтных работ для поддержания технического состояния и реконструкции, утраты актуальности объектов и военных действий и под влиянием других факторов. Особое внимание уделено негативным последствиям самого факта существования недействующих зданий для градостроительной среды, экономики и социальной инфраструктуры города. Отмечается необходимость восполнения недостаточной научно-теоретической изученности и практической проработанности решения указанной проблемы для Республики, в том числе в вопросах нормативно-методического обеспечения. Положительные наработки из международной практики решения данной проблемы могут быть использованы в условиях Донецкой Народной Республики, но только на основе аналитического отбора и соответствия современным регионально обусловленным требованиям. Сформулирована научная программа исследования заявленной проблемы в современных социально-экономических и geopolитических условиях. Приведены результаты исследования типологических особенностей нефункционирующих объектов на территории региона.

Ключевые слова: архитектурная реинтеграция, нефункционирующие здания, сооружения и их комплексы, Донецкая Народная Республика

Original article

THE PROBLEM OF ARCHITECTURAL REINTEGRATION OF NON-FUNCTIONING BUILDINGS AND STRUCTURES, AND THEIR COMPLEXES IN THE MODERN SOCIO-ECONOMIC AND GEOPOLITICAL CONDITIONS OF THE DONETSK PEOPLE'S REPUBLIC AS A NEW SUBJECT OF THE RUSSIAN FEDERATION

Evgeny A. Gayvoronsky¹, Yulia S. Gavriish²

^{1,2}Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia

¹e.a.gajvoronskii@donnasa.ru, ²yu.s.gavriish@donnasa.ru

© Гайворонский Е. А., Гавриш Ю. С., 2025



Гайворонский
Евгений Алексеевич



Гавриш
Юлия Сергеевна

Abstract. This article considered the issue of reintegrating non-functioning buildings, structures, and its' groups into the urban industrial of cities in Donetsk People's Republic. The relevance of this aspect is determined by long-term processes of degradation of the architectural stock due to improper maintenance, lack of scheduled repairs and reconstruction, obsolescence of facilities, military conflict, and other reasons. Particular attention is concentrate on the negative consequences of non-operational buildings for the urban environment, economy, and social infrastructure.

The article emphasizes the current lack of theoretical research and practical solutions regarding architectural reintegration in the Republic. This all aspects including issues related to regulatory and methodological support. Positive practices from international experience can be applied in Donetsk People's Republic. But it could happen only after analytical selection and adaptation to modern, regionally specific requirements.

We are propose a scientific research program addressing this issue under current socio-economic and geopolitical conditions. The research presents any findings on the typological characteristics of non-functioning buildings and structures within the DPR.

Keywords: architectural reintegration, non-functioning buildings, structures and its' groups, Donetsk People's Republic

ФОРМУЛИРОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Актуальность исследования проблемы архитектурной реинтеграции зданий, сооружений и их комплексов обусловлена высоким социально-

экономическим значением её решения для Донецкой Народной Республики как нового субъекта Российской Федерации, необходимостью разработки с этой целью научных приемов и подходов в восстановлении и адаптации к современному использованию и включению в современную городскую среду существующего недействующего архитектурного фонда. В современных условиях постконфликтного развития и экономических трансформаций данная проблема приобретает особую значимость для устойчивого развития и модернизации территорий региона. Таким образом, задачей данного исследования является разработка адаптивной к современным условиям и региональным особенностям концептуальной модели комплексной архитектурной реинтеграции нефункционирующих зданий, сооружений и их комплексов для Донецкой Народной Республики как нового субъекта Российской Федерации. Данная проблема является актуальной для других регионов страны [10, 11] и на международном уровне.

ВВЕДЕНИЕ

Недействующие здания и сооружения оказывают негативное влияние на архитектурно-пространственную организацию городов Донецкой Народной Республики, подвергая ее системной деградации вследствие длительного неиспользования объектов городской среды, находящихся вблизи с действующей городской застройкой. Такие объекты капитального строительства становятся причиной возникновения целого ряда негативных последствий, что диктует необходимость разработки и реализации комплекса мер по современной архитектурно-градостроительной реинтеграции таких объектов.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Основным негативным последствием процесса возникновения нефункционирующих объектов на территории населённых мест является нарушение градостроительной целостности и архитектурно-пространственной композиции их застройки. Формируются участки «серости» — урбанистически неблагоприятные части комплексной застройки, что особенно заметно в центральных частях городов (рис. 1 а). Эстетическая деградация фасадов здания,



Рис. 1 Пример нефункционирующих объектов: а – жилой дом № 155 на пересечении ул. Челюскинцев и просп. Театрального в г. Донецке; б – недействующий кинотеатр в г. Зугрэсе



разрушение элементов благоустройства снижают привлекательность всей территории.

Часть нефункционирующих объектов на территории Донецкой Народной Республики относятся к исторической застройке. Культурно-исторический аспект реинтеграции нефункционирующих объектов заключается в необратимой утрате ценных объектов исторической застройки, формирующих уникальные особенности городской среды. В структуре городов Донецкой Народной Республики существует значительное количество исторических зданий, сооружений и их комплексов, которые не признаны объектами охраны культурного наследия, при этом являются цennыми объектами благодаря стилистическим, культурным, конструктивным особенностям, которые выделяют объект среди рядовой застройки (рис. 1 б).

В Российской Федерации вопросы архитектурно-градостроительной реинтеграции недействующих зданий регулируются комплексом нормативно-правовых актов. Основные документы в данном вопросе – Градостроительный кодекс РФ, который на федеральном уровне определяет правовые основы территориального планирования и регламентирует вопрос изменения функционального назначения зданий, порядок проведения реконструкции. Федеральный закон «О государственном кадастре недвижимости» предусматривает учет неиспользуемых объектов.

На региональном же уровне в Донецкой Народной Республике существует ряд законодательных актов, регламентирующих учет и контроль, а также восстановление недействующих объектов капитального строительства. Постановление Государственного комитета обороны Донецкой Народной Республики № 27 от 21.04.2022 г. гласит: «...обеспечить утверждение порядка ведения реестра объектов незавершенного строительства, а также формы заявления застройщика объекта незавершенного строительства. Обеспечить утверждение порядка присвоения объекту незавершенного строительства адреса в случае его отсутствия»¹. Ставится задача достроить все объекты незавершенного строительства в Республике и пополнить таким образом маневренный жилой фонд, что позволит частично утолить дефицит жилья².

В 2024 г. стартовала программа по восстановлению и ремонту зданий, сооружений и инженерной инфраструктуры на территории г. Донецка Донецкой Народной Республики³, в рамках которой предполагалось

¹Постановление Государственного комитета обороны Донецкой Народной Республики № 27 от 21.04.2022 г.

Об утверждении Положения о государственном регулировании в сфере объектов незавершенного строительства. – URL: <https://gb-dnr.ru/normativno-pravovye-akty/10485/> (дата обращения: 29.04.2025).

² Подарова В. В ДНР планируют завершить возведение недостроев и пополнить ими маневренный фонд - 21 апреля 2023 г. [Электронный ресурс] //Официальный сайт «Комсомольская правда». – URL: <https://www.donetsk.kp.ru/online/news/5237964/> (дата обращения: 29.04.2025).

³ В 2024 г. в столице ДНР проведут восстановительные мероприятия [Электронный ресурс] // Metalinfo.ru: информационно-аналитический портал – URL: <https://www.metalinfo.ru/ru/news/161705> (дата обращения: 29.04.2025).

проведение реконструкции 1153 объектов жилищного фонда и целого ряда объектов инфраструктуры (даные пресс-службы Правительства ДНР). Всего в 2024 г. в Республике планировалось реконструировать 2315 объектов, в том числе 1540 многоквартирных домов, 235 социальных объектов, 9 многофункциональных, 344 объекта инфраструктуры жилищно-коммунального хозяйства и 29 объектов по благоустройству территорий. При этом, необходима научно обоснованная концепция современной архитектурной реинтеграции нефункционирующих зданий и сооружений, их комплексов.

Аспекты исследуемой тематики прямо или косвенно затрагивали в научных трудах Х. А. Бенаи [1], Т. В. Радионов, К. А. Яковенко (комплексная реконструкция застройки 1960-х – 1980-х гг. в городах Донбасса); С. А. Борознов [2, 3] (реинтеграция исторических зданий и сооружений, их комплексов периода конца XIX – начала XX вв.); Е. А. Гайворонский [1–3, 5–7]; И. М. Лобов, А. Э. Ступина (реконструкция зданий и сооружений промышленных предприятий для формирования жилых зданий); С. С. Наумец, Л. В. Семченков (основные аспекты формирования генеральной схемы развития территории Донецкой Народной Республики на период 2019–2039 гг.) [9]; Н. В. Шолух (адаптация зданий и сооружений к потребностям маломобильных групп населения) и др. Ранее данная проблема была конкретно выделена, сформулирована актуальность её решения, разработана научная программа исследования по данной теме [7, 8]. Продолжение исследований в данном направлении происходит в современных социально-экономических и geopolитических условиях Донецкой Народной Республики как нового субъекта Российской Федерации.

На данном этапе исследования выведена схематическая модель классификации недействующих зданий в городах Донецкой Народной Республики (рис. 2).

В ходе исследования предполагается разработка многоуровневой классификационной системы, учитывающей: а) степень сохранности; б) правовой статус; в) историко-культурную ценность; г) градостроительную значимость.

Исследование, направленное на решение научно-практической проблемы современной архитектурной реинтеграции нефункционирующих зданий, сооружений и их комплексов в условиях Донецкой Народной Республики, осуществляется на кафедре «Градостроительство, реконструкция и реставрация архитектурного наследия» по программам кафедральных научных тем К-2–01–06 «Архитектурно-градостроительная деятельность, градостроительство, ландшафтная и садово-парковая архитектура в городах Донецкой Народной Республики» (2021–2025 гг.) и К-2–03–24 «Совершенствование архитектурно-градостроительных решений объектов строительства, реконструкция и реставрация и современное использование архитектурного наследия в современных социально-экономических условиях развития территории Донецкой Народной Республики как нового субъекта Российской Федерации» (2025–2028 гг.) и связано с Государственными программами Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Донецкой Народной Республики, с практической

ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ



Рис. 2. Классификация нефункционирующих зданий и сооружений: 1- ДК ММЗ им. Кирова г. Макеевка; 2 – заброшенные объекты жилой инфраструктуры; 3 – недействующее здание автостанции Западная г. Донецк; 4 – незавершенный объект капитального строительства (корпус б б. Калинина г. Донецк); 5 – разрушенная жилая застройка в ходе боевых действий в городах ДНР; 6 – здание бывшей администрации г. Шахтерска, ДНР; 7 – недостроенные здания г. Донецк; 8 – недействующий; 9 – недостроенный многоквартирный дом, г. Енакиево; 10 – здание незавершенного строительства г. Донецк; 11 – шахта им. В. И. Ленина, г. Горловка; 12 – неиспользуемое общественное здание г. Макеевка

деятельностью и планами ведущих региональных учреждений, таких как научно-исследовательский и проектный институт «Донецкий ПромстройНИИпроект»; государственное предприятие «Донецкий-региональный проектный институт «Донецкпроект»; коммунальное предприятие «Управление генерального плана г. Донецка», УГА Донецка, Макеевки и других городов Донецкой Народной Республики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема реинтеграции нефункционирующих зданий, сооружений и их комплексов в городах Донецкой Народной Республики продолжает оставаться одной из наиболее актуальных в современных социально-экономических и геополитических условиях. Отмечается необходимость восполнения недостаточной научно-теоретической изученности и практической проработанности решения указанной проблемы для Республики, в том числе в вопросах нормативно-методического обеспечения с учётом современных регионально ориентированных требований. Приведены предварительные результаты исследования типологических особенностей нефункционирующих объектов на территории региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бенаи, Х. А. Программа разработки концепции создания фонда социального жилья в Донецком регионе / Х. А. Бенаи, Е. А. Гайворонский // Современное строительство и архитектура. Энергосберегающие технологии: сборник докладов VIII Республиканской научно-практической конференции (с международным участием), 24 ноября 2016 г. – Бендера: Издательство БПФ ПГУ им. Т. Г. Шевченко, 2017. – С. 75–79.
2. Борознов, С. А. Интеграция как средство объединения исторической и современной застройки / С. А. Борознов, Е. А. Гайворонский // Строительство – формирование среды жизнедеятельности: сборник трудов XX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных (26–28 апреля 2017 г., Москва). – Москва: Издательство МГСУ, 2017. – Электрон. дан. и прогр. (73,7 Мб). – ISBN 978–5–7264–1660–1. – URL: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkrdostupa/> (дата обращения: 15.04.2025).
3. Борознов, С. А. Концепция функционально-планировочной организации социального жилья на основе использования объектов исторической застройки / С. А. Борознов, Е. А. Гайворонский // Развитие строительного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства в Донецкой Народной Республике: электронный сборник научных трудов I Республиканской научно-практической конференции (с международным участием), 12 декабря 2018 г. – Макеевка: ДОННАСА, 2018. – С. 132–148.
4. Гайворонский, Е. А. Проблема современной архитектурной интеграции нефункционирующих зданий и сооружений в городах Донецкого региона / Е. А. Гайворонский, С. В. Гайворонский // Развитие строительного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства в Донецкой Народной Республике: электронный сборник научных трудов I Республиканской научно-практической конференции (с международным участием), 12 декабря 2018 г. – Макеевка: ДОННАСА, 2019. – С. 135–137. – URL: http://donnasa.ru/publish_house/journals/studconf/2018/Sbornik_razvitiye_2018.pdf (дата обращения: 18.04.2025).
5. Гайворонский, Е. А. Региональные особенности формирования и развития архитектуры зданий и сооружений в городах Донбасса: дис. докт. архитектуры в 2 т. – Макеевка, 2017. – 407 с. + прил. – URL: http://donnasa.ru/upload/files/dissertation_gayvoronskiy.pdf (дата обращения: 18.04.2025).
6. Гайворонский, Е. А. Роль территориально-географических и геополитических факторов в формировании и развитии региональных особенностей архитектуры зданий, сооружений и их комплексов в городах Донецкого региона / Е. А. Гайворонский, А. М. Югов // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2017. – Том 13, № 2. – С. 57–82.
7. Гайворонский, Е. А. Предпосылки архитектурного формирования регионального научно-образовательного центра астрономии в Донецкой Народной Республике / Е. А. Гайворонский, Д. А. Селиверстова // Актуальные проблемы развития городов: электронный сборник статей по материалам открытой VIII международной очно-заочной научно-практической конференции молодых ученых и студентов. – Макеевка: ФГБОУ ВО «ДонНАСА», 2024. – С. 170–172.
8. Гайворонский, Е. А. Современная архитектурно-градостроительная реинтеграция нефункционирующих жилых зданий и их комплексов в городах Донецкой Народной Республики / Е. А. Гайворонский, А. А. Григорьев, Л. В. Семченков // Строитель Донбасса. – 2020. – Выпуск 4(13). – С. 4–9.
9. Наумец, С. С. Основные аспекты формирования генеральной схемы развития территории Донецкой Народной Республики на период 2019–2039 гг. / С. С. Наумец, Л. В. Семченков // Строитель Донбасса. – 2019. – Выпуск 2(118). – С. 4–11.
10. Свистунова, А. В. Нефункционирующие объекты городской среды, их влияние на жизнь граждан / А. В. Свистунова, С. М. Козыренко // Новые идеи нового века – 2018 [New Ideas of New Century – 2018]. – Том 1. – С. 426–432. – URL: <https://nionc.togudv.ru/media/nionc/articles-2018/68.pdf> (дата обращения: 11.05.2025).
11. Курочкина, В. А. Влияние объектов незавершённого строительства и промышленных территорий на геоэкологию городов и развитие депрессивных пространств / В. А. Курочкина // Вестник Евразийской науки. – 2020. – № 6. – DOI: 10.15862/36NZVN620. – Режим доступа: <https://esj.today/PDF/36NZVN620.pdf> (дата обращения: 20.04.2025).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Гайворонский Евгений Алексеевич – доктор архитектуры, профессор, заведующий кафедрой градостроительства, реконструкции и реставрации архитектурного наследия Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: исследование региональных особенностей и проблем архитектуры, градостроительства, ландшафтной архи-

текстуры, реконструкции и реставрации архитектурного наследия Донбасса; экспериментальное проектирование архитектурных объектов с выявлением региональной специфики; исследование и разработка мер по современной архитектурно-градостроительной реинтеграции объектов историко-культурного наследия в городах Донбасса; разработка учебных пособий по истории и региональным особенностям архитектуры и градостроительства Донбасса.

Гавриш Юлия Сергеевна – магистр архитектуры, ассистент кафедры градостроительства, реконструкции и реставрации архитектурного наследия Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: архитектурная реинтеграция нефункционирующих зданий и сооружений, их комплексов в городах Донецкой народной Республики.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Gayvoronsky Evgeny A. – D. Sc. (Arch.), Professor, Head of the Department of Urban Planning, Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage of the Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: study of regional features and problems of architecture, urban planning, landscape architecture, reconstruction and restoration of the architectural heritage of Donbass; experimental design of architectural objects with the identification of regional specifics; research and development of measures for modern architectural and urban planning reintegration of historical and cultural heritage sites in the cities of Donbass; development of teaching aids on the history and regional features of architecture and urban planning of Donbass.

Gavriish Yulia S. – Master of Architecture, Assistant Professor of Urban Planning, Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: architectural reintegration of non-functioning buildings and structures, their complexes in the cities of the Donetsk People's Republic.

REFERENCES

1. Benai, H.A. and Gayvornskiy, E.A., 2017. Programme for developing a concept of creating a social housing fund in the Donetsk region. In: *Modern Construction and Architecture. Energy-Saving Technologies: Collection of Reports from the VIII Republican Scientific-Practical Conference (with International Participation)*, November 24, 2016. Bender: Publishing House of BPF PGU named after T. G. Shevchenko, pp. 75–79.
2. Boroznov, S.A. and Gayvornskiy, E.A., 2017. Integration as a means of combining historical and modern development. In: *Construction – Formation of Living Environment: Collection of Papers from the XX International Interuniversity Scientific-Practical Conference of Students, Masters, PhDs and Young Scientists (26–28 April 2017, Moscow)*. Moscow: MGSU Publishing. e-book. ISBN 978-5-7264-1660-1. Available at: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkrdstupa/> (Accessed: 15 April 2025).
3. Boroznov, S.A. and Gayvornskiy, E.A., 2018. Concept of functional planning organization of social housing based on historical buildings. In: *Development of Construction Industry and Housing and Utilities Sector in the Donetsk People's Republic: Electronic Collection of Research Papers from the I Republican Scientific-Practical Conference (with International Participation)*, December 12, 2018. Makeevka: DONNASA, pp. 132–148.
4. Gayvornskiy, E.A. and Gayvornskiy, S.V., 2019. The issue of modern architectural integration of non-operational buildings and structures in Donetsk region cities. In: *Development of Construction Industry and Housing and Utilities Sector in the Donetsk People's Republic: Electronic Collection of Research Papers from the I Republican Scientific-Practical Conference (with International Participation)*, December 12, 2018. Makeevka: DONNASA, pp. 135–137. Available at: http://donnasa.ru/publish_house/journals/studconf/2018/Sbornik_razvitiye_2018.pdf (Accessed: 18 April 2025).
5. Gayvornskiy, E.A., 2017. Regional features of formation and development of architecture of buildings and structures in Donbass cities [Doctoral dissertation in two volumes]. Makeevka. Available at: http://donnasa.ru/upload/files/dissertation_gayvoronskiy.pdf (Accessed: 18 April 2025).
6. Gayvornskiy, E.A. and Yugov, A.M., 2017. Role of territorial-geographical and geopolitical factors in shaping regional architectural characteristics of buildings, structures and their complexes in Donetsk region cities. *Industrial and Civil Engineering*, vol. 13, no. 2, pp. 57–82.
7. Gayvornskiy, E.A. and Seliverstova, D.A., 2024. Prerequisites for architectural development of a regional science and education astronomy center in the Donetsk People's Republic. In: *Actual Problems of Urban Development: Electronic Collection of Articles from the VIII International Off-line Scientific-Practical Conference of Young Scientists and Students*. Makeevka: FGBOU VO "DONNASA", pp. 170–172.
8. Gayvornskiy, E.A., Grigoriev A. A. and Semchenkov L. V., 2020. Modern urban planning reintegration of abandoned residential buildings and their complexes in cities of the Donetsk People's Republic. *The Builder of Donbass*, (4(13)), pp. 4–9.
9. Naumets, S.S. and Semchenkov, L.V., 2019. Main aspects of general scheme development for the territory of the Donetsk People's Republic (2019–2039). *The Builder of Donbass*, (2(118)), pp. 4–11.
10. Svistunova, A.V. and Kozurenko, S.M., 2018. Non-operational urban objects and their impact on citizens' lives. In: *New Ideas of New Century – 2018*, Vol. 1, pp. 426–432. Available at: <https://nionc.togudv.ru/media/nionc/articles-2018/68.pdf> (Accessed: 11 May 2025).
11. Kurochkina, V.A., 2020. Impact of unfinished construction sites and industrial territories on urban geoecology and development of depressed spaces. *Eurasian Scientific Review*, (6). DOI: 10.15862/36NZVN620. Available at: <https://esj.today/PDF/36NZVN620.pdf> (Accessed: 20 April 2025).

Статья поступила в редакцию 05.05.2025; одобрена после рецензирования 16.05.2025; принята к публикации 23.05.2025.

The article was submitted 05.05.2025; approved after reviewing 16.05.2025; accepted for publication 23.05.2025.

Строитель Донбасса. 2025. Выпуск 2–2025 С. 22–31. ISSN 2617–1848 (print)

The Builder of Donbass. 2025. Issue 2–2025. P. 22–31. ISSN 2617–1848 (print)

Научная статья

УДК 728.5

doi: 10.71536/sd.2025.2c31.4

АРХИТЕКТУРНО-СРЕДОВАЯ АДАПТАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ТУРИЗМА В УСЛОВИЯХ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Дарья Александровна Джерелей¹, Евгений Алексеевич Гайворонский²,
Эдуард Олегович Миргородский³

^{1,2,3}Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,
ДНР, Макеевка, Россия, ¹d.a.djereley@donnasa.ru, ²e.a.gajvoronskii@donnasa.ru,

³mirgorodskiy.e.o-zlam-2a@donnasa.ru

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме архитектурно-средовой адаптации объектов туризма на территории Донецкой Народной Республики (ДНР). Рассматривается необходимость создания комфортной и привлекательной туристской среды как ключевого фактора развития региона. Анализируется текущее состояние существующих и потенциальных объектов туризма, выявляются основные проблемы, препятствующие развитию туризма, такие как физический износ объектов, несоответствие современным требованиям, недостаточная инфраструктура для их туристического использования. Определяются основные направления дальнейшего научно обоснованного формирования принципов и приемов архитектурно-средовой адаптации объектов туризма, в том числе направленные на сохранение культурного наследия, повышение качества туристской среды и обеспечение устойчивого развития внутреннего и въездного туризма в Республике. Реализация этих принципов позволит создать условия для развития внутреннего и въездного туризма, что способствует экономическому и социальному росту региона.

Ключевые слова: архитектурно-средовая адаптация, объекты туризма, Донецкая Народная Республика, принципы и приёмы, культурное наследие

Original article

ARCHITECTURAL AND ENVIRONMENTAL ADAPTATION OF TOURISM FACILITIES IN THE DONETSK PEOPLE'S REPUBLIC: PROBLEM STATEMENT

Daria A. Dzhereley¹, Evgeny A. Gayvoronsky²,
Eduard O. Mirgorodskiy³

^{1,2,3}Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,
DPR, Makeevka, Russia, ¹d.a.djereley@donnasa.ru, ²e.a.gajvoronskii@donnasa.ru,
³mirgorodskiy.e.o-zlam-2a@donnasa.ru

© Джерелей Д. А., Гайворонский Е. А., Миргородский Э. О., 2025



Джерелей
Дарья Александровна



Гайворонский
Евгений Алексеевич



Миргородский
Эдуард Олегович

Abstract. This article is about issue of architectural and environmental adaptation of tourism facilities in the Donetsk People's Republic (DPR). It emphasizes the necessity of creating a comfortable and attractive tourist environment as a key factor for region's development. The current condition of existing and potential tourism sites is analyzed. Main problems hindering the development of tourism are identified. It includes physical deterioration of facilities, failure to meet modern standards, and insufficient infrastructure for tourist using. The article outlines primary ways for further scientifically based development of principles and methods for architectural and environmental adaptation of tourism facilities. The aims of it: preserving cultural heritage, improving the quality of the tourist environment, ensuring sustainable development of domestic and inbound tourism in the Donetsk People's Republic. Implementation of these principles will create conditions for the growth of internal and inbound tourism, thus contributing to the economic and social development of the region.

Keywords: architectural and environmental adaptation, tourism facilities, Donetsk People's Republic, principles and methods, cultural heritage

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Развитие внутреннего и выездного туризма является одним из приоритетных направлений социально-экономического развития Донецкой Народной Республики (ДНР)¹. Уникальное сочетание историко-культурного наследия, особенностей современного этапа развития региона и индустриального прошлого, наличия природных ресурсов и потенциальных возможностей его использования играет в развитии этого направления ключевую роль. Необходимо создание, развитие и совершенствование материальной базы сферы туризма. В регионе имеются примеры стихийного возникновения и развития перспективных видов туризма с полным отсутствием материальных условий для их обеспечения, что не только ставит под угрозу безопасность туристов, но и дискредитирует идею дальнейшего развития этих видов туризма². Имеются идеи туристического освоения объектов, для которых необходима разработка соответствующих принципов и приёмов архитектурно-средовой адаптации. К таким объектам относятся учреждения пенитенциарной системы^{3,4,5}, промышленные

¹ Приказ Министерства молодежи, спорта и туризма ДНР «Об утверждении Стратегии развития внутреннего и въездного туризма на территории Донецкой Народной Республики на 2021-2025 гг.» № 01-09/269 от 30.12.2020 г.

² Донецкие терриконы // Л. А. Ивченко DONETSK донецкий туристический портал [сайт] – URL : <https://visitdonetsk.info/chto-posetit/donetskie-terrikony.html> (дата обращения 01.05.2025 г.)

³ Клицевич, П. С. перспективы развития «темного туризма» в России // Научное сообщество студентов XXI столетия. Экономические науки: сб. ст. по мат. LIX междунар. студ. науч.-практ. конф. № 11 (59) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sibac.info/archive/economy/11%2859%29.pdf> (дата обращения: 17.02.2019).

⁴ Зиннуров, В. А. Анализ российского и зарубежного опыта продвижения территорий посредством пенитенциарного туризма – URL : https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/77041/1/978-5-7996-2731-7_2_40.pdf?ysclid=ma5z1ckzez646335168 (дата обращения: 01.05.2025).

⁵ Костромина, Е. А. Тюремный туризм как национальное наследие: зарубежный опыт / Е. А. Костромина, А. А. Сивова, Ю. В. Косолапов // Сервис в России и за рубежом. 2019. Т. 13. Вып. 4. С. 42-53. DOI: 10.24411/1995-042X-2019-10404. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/tyuremnyy-turizm-kak-natsionalnoe-nasledie-zarubezhnyy-opryt?ysclid=ma5zag8yig414875093> (дата обращения: 01.05.2025).

Kostromina, E. A., Sivova, A. A., & Kosolapov, Yu. V. (2019). Prison tourism as a national heritage: foreign experience. Servis v Rossii i za rubezhom [Services in Russia and Abroad], 13(4), 42-53. doi: 10.24411/1995-042X-2019-10404. (In Russ.).

предприятия⁶, а также такие виды туризма как социальный⁷, сельский⁸ и экскурсионный туризм⁹, «красный туризм»¹⁰ и др.¹¹

Существующие нормативно-методические материалы в сфере архитектурно-средовой адаптации объектов туризма нуждаются в совершенствовании и развитии с учётом специфики решения архитектурно-градостроительных проектных задач в условиях Донецкой Народной Республики. В международной практике существует значительное количество примеров успешной архитектурно-средовой адаптации объектов туризма. Вместе с тем, этот опыт нуждается в тщательном изучении и адаптации к условиям Республики на основе анализа, в котором критериями будут выступать современные регионально обусловленные требования. Эти требования также предстоит выявить на основе анализа региональной специфики формирования и развития территории Республики.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Вопросы архитектурно-средовой адаптации объектов туризма являются предметом активных исследований в различных областях архитектуры, градостроительства и ландшафтной архитектуры. В работах [1–3] рассматриваются подходы к реновации и ревитализации исторических зданий и территорий для целей туризма, акцентируется внимание на сохранении исторической идентичности и создании комфортных условий для туристов. В исследованиях [4–6] анализируются принципы формирования туристических маршрутов и зон отдыха, учитывающие природные и культурные особенности территории. В контексте решения проблемы современной архитектурно-средовой адаптации объектов туризма в условиях Донецкой Народной Республики рассматриваются вопросы сохранения архитектурного наследия в условиях военных действий и послевоенного восстановления, а также разработки вопросов стратегии устойчивого развития городов с учетом их исторического и культурного контекста¹²¹³. При этом на сегодняшний день отсутствует научно обоснованная концепция архитектурно-средовой адаптации объектов туризма, учитываяшая региональные особенности территории их размещения.

ЦЕЛИ

Целью данной статьи является постановка проблемы разработки концепции архитектурно-средовой адаптации объектов туризма в Донецкой Народной Республике, содержащей соответствующие принципы и приемы, направленные на создание и развитие материальных условий для туристического освоения объектов, что будет способствовать развитию туристической индустрии в регионе.

⁶ Гененко, О. Н. Промышленный туризм как фактор повышения туристской привлекательности региона / О. Н. Гененко, Н. В. Порохова, Ю. В. Бокунова, Е. С. Кущенко // Журнал Инновации и инвестиции, № 10, 2020, - с. 207-210. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/promyshlenny-turizm-kak-faktor-povysheniya-turistskoy-privlekatelnosti-regiona/viewer> (дата обращения: 01.05.2025).

⁷ Шепилова, В. Г. Социальный туризм как одно из приоритетных направлений стратегии развития индустрии туризма и гостеприимства в Донецкой Народной Республике / В. Г. Шепилова, М. С. Охрименко // Проблемы развития индустрии туризма : материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / Забайкальский государственный университет ; ответственный редактор О. А. Лях. – Чита : ЗабГУ, 2020. – С. 70-75. – URL : <https://www.hse.ru/data/2024/07/21/1910216882/VI%20Всероссийская%20%20международным%20участие..лемы%20развития%20индустрии%20туризма.pdf> (дата обращения 01.05.2025 г.)

⁸ Стельмах, Е. А. Обоснование перспективных сфер и направлений сельского туризма / Е. А. Стельмах, А. А. Миропольцева // Проблемы и перспективы развития туризма в Российской Федерации. Сборник научных трудов VII Всероссийской конференции с международным участием. Симферополь, 2022. – С. 160-165. – URL : https://www.elibrary.ru/download/elibrary_50303441_21505105.pdf (дата обращения 01.05.2025 г.) Овчаренко Л.А.

⁹ Куликовская, А. Д., Овчаренко, Л. А. Проблемы и перспективы развития экскурсионного туризма в Донецкой Народной Республике. – URL : https://donampa.ru/images/document/republic_o/2/27.pdf (дата обращения 01.05.2025 г.)

¹⁰ Голубничая, С. Н. «Красный туризм» как перспективное направление развития туризма в Донецком регионе / С. Н. Голубничая, Г. В. Мишечкин // Проблемы развития индустрии туризма : материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / Забайкальский государственный университет ; ответственный редактор О. А. Лях. – Чита : ЗабГУ, 2020. – С. 273-277. – URL : [https://www.hse.ru/data/2024/07/21/1910216882/VI%20Всероссийская%20%20междунароdным%20участие..лемы%20развития%20индустрии%20туризма.pdf](https://www.hse.ru/data/2024/07/21/1910216882/VI%20Всероссийская%20%20международным%20участие..лемы%20развития%20индустрии%20туризма.pdf) (дата обращения 01.05.2025 г.)

¹¹ Перспективы развития традиционных и инновационных видов туризма в Донецкой Народной Республике / Л. А. Овчаренко, Е. М. Сапьяная, Д. А. Сапрыгина – URL : <https://infopedia.su/30x19ab1.html> (дата обращения 01.05.2025 г.)

¹² Овчаренко, Л. А. Перспективы развития туризма в ДНР в контексте формирования эффективного механизма государственно-частного партнёрства / Л. А. Овчаренко, Т. В. Черкашина // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия экономика. № 4 (42), 2022, - с. 153-161. DOI: 10.17122/2541-8904-2022-4-42-153-161 – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-turizma-v-dnr-v-kontekste-formirovaniya-effektivnogo-mehanizma-gosudarstvenno-chastnogo-partnerstva/viewer> (дата обращения: 01.05.2025).

¹³ Гайворонский, Е. А. Проблема сохранения постиндустриального наследия при реновации недействующих угольных шахт в условиях Донбасса // Е. А. Гайворонский / Проблемы архитектуры и градостроительства. Выпуск 2025 2(169) - Макеевка, 2025. – С. 237-243 [http://donna.su/publish_house/journals/vestnik/2024/2\(166\)/st_33_gayvoronskiy.pdf](http://donna.su/publish_house/journals/vestnik/2024/2(166)/st_33_gayvoronskiy.pdf)

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Для достижения поставленной цели необходимо последовательно решить несколько задач:

- выявить и исследовать комплекс предпосылок, факторов и условий, действующих на территории региона, анализ которых позволит выявить современные требования к архитектурно-средовой адаптации объектов туризма в Донецкой Народной Республике;
- разработать общую методологию исследования и решения проблемы архитектурно-средовой адаптации объектов туризма;
- обобщить примеры международной практики в сфере современной архитектурно-средовой адаптации объектов туризма, выявить принципы и приёмы, которые могут быть применены в условиях Донецкой Народной Республики с учётом выявленных современных регионально обусловленных требований;
- разработать регионально ориентированную концепцию архитектурно-средовой адаптации объектов туризма в условиях Донецкой Народной Республики, содержащую соответствующие принципы и приёмы, охватывающие все архитектурно-средовые уровни указанной адаптации, учитывающие как выявленные современные регионально обусловленные требования, так и результаты анализа международной практики архитектурно-средовой адаптации объектов туризма;
- провести аprobацию регионально ориентированной концепции архитектурно-средовой адаптации объектов туризма в условиях Донецкой Народной Республики в экспериментальном и реальном архитектурном проектировании в сфере туристической индустрии, а также в рамках подготовки кадров в региональной архитектурной школе ФГБОУ ВО «ДОННАСА» [28].

Соответственно, в качестве **объекта исследования** определяются существующие и потенциальные объекты туризма во всём их типологическом многообразии на территории Донецкой Народной Республики, а в качестве **предмета исследования** – принципы и приёмы, логическая модель их архитектурно-средовой адаптации в рамках реализации стратегии развития внутреннего и въездного туризма.

В результате проведения исследований по заявленной теме **предполагается получить** концептуальные принципы и приёмы, логическую модель архитектурно-средовой адаптации объектов туризма в условиях Донецкой Народной Республики. Данные результаты будут получены **впервые**, а их важное **научно-практическое значение** определяется возможностью использования в сфере архитектурно-проектной деятельности для решения экспериментальных и реальных конкретных задач развития материальной базы туризма. При этом, методика исследования может быть применена при решении аналогичных проблем в других регионах.

В рамках достижения цели исследования научной проблемы, рассматриваемой в данной статье, предполагается использование следующих методов исследования: 1) анализ существующих объектов туризма: изучение текущего состояния объектов туризма в ДНР, выявление проблем, препятствующих

развитию туризма (физический износ, несоответствие требованиям, недостаточная инфраструктура и т.д.); 2) системный анализ: анализ взаимосвязей между различными элементами туристской среды (архитектура, ландшафт, инфраструктура, культурное наследие, экономические и социальные факторы); 3) сравнительный анализ: изучение опыта адаптации объектов туризма в других регионах (в том числе в России и странах ближнего зарубежья), выявление наиболее успешных практик; 4) типологический анализ: классификация объектов туризма по типам (музеи, гостиницы, рестораны, парки, достопримечательности и т.д.), выявление типологических особенностей каждого типа; 5) проектное моделирование: разработка концептуальных предложений по архитектурно-средовой адаптации конкретных объектов туризма в ДНР.

Определены **границы исследования**: территориально-географические (территория Донецкой Народной Республики, регионы с аналогичными или близкими региональными условиями); типологические (существующие или потенциальные объекты туризма, объекты инфраструктуры обслуживания туристов); информационные (границы использования данных смежных наук будут определяться целью и задачами исследования).

На территории Донецкой Народной Республики выделяют целый ряд **типов объектов туризма**¹⁴: бальнеологические ресурсы, пляжные зоны, природные рекреационные зоны, памятники истории и культуры, музеи, театрально-зрелищные объекты, кинотеатры, культовые объекты разных конфессий, рекреационные зоны, культурно-познавательный туризм, событийный туризм, промышленный туризм, экстремальный туризм, активный туризм, молодёжный туризм, сельский и др.

Вместе с тем, территория Донецкой Народной Республики обладает достаточным туристско-рекреационным потенциалом, позволяющим формировать и реализовывать разнообразные туры в сфере культурно-познавательного, активного, сельского, рекреационного туризма.

Современное состояние объектов туристской инфраструктуры в Донецкой Народной Республике.

По данным Главного управления статистики ДНР в 2019 г. в Республике осуществляли свою деятельность 92 субъекта хозяйствования, предоставляющие услуги по временному размещению (коллективные средства размещения), из которых: 48 пансионатов и баз отдыха, 38 гостиниц и их аналогов, 6 домов отдыха и другие. Выделяются гостиницы разных категорий, находящиеся в городе Донецке: «Донбасс Палас», «Атлас Донецк», «Шахтар Плаза», «Парк Инн», бизнес-отель «Централь», мини-отель «Доминик», отельно-ресторанный комплекс «Шафран» и бюджетный отель «Эконом».

Имеются объекты ресторанныго обслуживания, представляющих разные кухни мира.

¹⁴ Приказ Министерства молодежи, спорта и туризма ДНР «Об утверждении Стратегии развития внутреннего и въездного туризма на территории Донецкой Народной Республики на 2021-2025 гг.» № 01-09/269 от 30.12.2020 г.



*Рис. 1. Объекты – структурные элементы
системы архитектурно-средовой адаптации объектов туризма*

Вместе с тем, территория Донецкой Народной Республики обладает достаточным туристско-рекреационным потенциалом, позволяющим формировать и реализовывать разнообразные туры в сфере культурно-познавательного, активного, сельского, рекреационного и других видов туризма, ориентированных на различные возрастные группы и целевые аудитории (рис. 1).

Для активизации промышленного туризма, который может приносить значительные доходы при наличии на предприятиях и музеях магазинов сувенирной продукции, необходима организация экскурсий с ознакомлением с производственными технологиями промышленных предприятий для туристов, а также школьников, студентов (с учётом создания условий для их безопасности) в сочетании с проведением профориентационной работы, что позволит повысить престиж рабочих профессий.

Событийный туризм позволит укрепить имидж региона на внутреннем и внешнем рынках, создаст импульс для развития туристской инфраструктуры.

Основные проблемы и вызовы в области архитектурно-средовой адаптации объектов туризма на территории Донецкой Народной Республики в современных социально-экономических и геополитических условиях: а) физический износ объектов: многие объекты туризма в ДНР, особенно исторические здания и сооружения, находятся в неудовлетворительном состоянии, требуют ремонта,

реконструкции или реставрации (рис. 2); б) несоответствие современным требованиям эксплуатации: комфорта, безопасности, доступности для маломобильных групп населения; в) отсутствие или недостаточное развитие современной инфраструктуры обслуживания (гостиницы, рестораны, транспортные узлы, информационные центры) ограничивает возможности развития туризма; г) недостаточная архитектурно-градостроительная интеграция объектов туризма в городскую среду.

Разработка концептуальных принципов и приемов архитектурно-средовой адаптации объектов туризма должны охватывать все уровни архитектурно-планировочной организации, в том числе структурных объектов обслуживания туристов, включая формирование и совершенствование их типологии; учёт территориально-градостроительного положения объектов туризма и характера их окружения; вопросы учёта особенностей формирования генплана участка и его благоустройства; стратегии конструктивно-технического, объёмно-пространственного и композиционно-стилистического и образного характера. При их разработке необходимо учитывать региональные особенности формирования и развития территории (природно-климатические, геоландшафтные, сложные инженерно-геологические условия, историко-культурные и социально-демографические) (рис. 3).



a)



б)

Рис. 2. Объект культурного наследия «Братская школа» по ул. Челюскинцев в г. Донецке: а) общий вид (фото 2010-х гг.); б) современное состояние, общий вид разрушений здания в результате военных действий (07.11.2023 г.)



Рис. 3. Этапы современной архитектурно-средовой адаптации объектов туризма в условиях Донецкой Народной Республики

Приемы архитектурно-средовой адаптации: реставрация – восстановление исторических зданий и сооружений; реконструкция зданий и сооружений с учетом современных требований; реновация и revitalизация объектов и территорий; ландшафтное благоустройство; создание пешеходных зон и маршрутов, связывающих объекты туризма; информационное обеспечение, использование интерактивных технологий для предоставления информации туристам.

ВЫВОДЫ

1. Выявлена актуальность решения проблемы архитектурно-средовой адаптации объектов туризма как важного инструмента развития туризма в современных социально-экономических и геополитических условиях Донецкой Народной Республики. Сформулирована научная программа исследования данной проблемы, включая цель, задачи, объект и предмет, границы и методы исследования, предполагаемые результаты, их новизну, научно-практическое значение.

2. Приведены результаты предварительного анализа типологии существующих и потенциальных объектов туризма на территории Республики, а также объектов инфраструктуры обслуживания туристов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курбатова, Е. Л. Ревитализация исторических территорий: мировой опыт и российская практика // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2013. – № 10(81). – С. 148–153.
2. Власов, Ю. А. Архитектурная реновация: теория, методология, практика / Ю. А. Власов. – Москва: Архитектура-С, 2016. – 320 с.
3. Александрова, А. Ю. Туристическое районирование: теория и практика / А. Ю. Александрова. – Москва: Кнорус, 2017. – 400 с.
4. Жукова, М. А. Туристский бизнес: учебник / М. А. Жукова. – Москва: Кнорус, 2019. – 480 с.
5. Соколова, М. В. История туризма: учебник / М. В. Соколова. – Москва: Магистр, 2018. – 448 с.
6. Леонтьева, Т. В. Организация туризма: учебник / Т. В. Леонтьева. – Москва: Проспект, 2019. – 368 с.
7. Гайворонский, Е. А. Формирование и развитие архитектуры зданий, сооружений, их комплексов с подземными структурами в городах Донбасса / Е. А. Гайворонский, Д. А. Джерелей // Проблемы архитектуры и градостроительства. – Вып. 2021–2(148). – Макеевка, 2021. – С. 44–49. – ISSN 2519–2817 (Online). – URL: [http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2021/vestnik_2021-2\(148\).pdf](http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2021/vestnik_2021-2(148).pdf) (дата обращения: 29.09.2024).

8. Джерелей, Д. А. Проблема архитектурно-градостроительного формирования объектов инновационно-хозяйственного характера на базе комплексов зданий и сооружений промышленных предприятий с подземными структурами / Д. А. Джерелей // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2022. – Вып. 2022–2(154) "Проблемы архитектуры и градостроительства". – С. 149–154. – URL: [https://donna.sru/publish_house/journals/vestnik/2022/2022-2%20\(154\)/st_21_djereley.pdf](https://donna.sru/publish_house/journals/vestnik/2022/2022-2%20(154)/st_21_djereley.pdf) (дата обращения: 29.09.2024).
9. Гайворонский, Е. А. Проблематика формирования историко-архитектурных комплексов в Донецкой Народной Республике / Е. А. Гайворонский, Е. К. Семыкин // Интернаука: научный журнал. – 2024. – № 41 (358). – Ч. 1. – С. 5–7. – Электрон. версия печ. публ. – URL: <https://www.internauka.org/journal/science/internauka/358> (дата обращения: 29.09.2024).
10. Гайворонский, Е. А. Предпосылки архитектурного формирования регионального научно-образовательного центра астрономии в Донецкой Народной Республике / Е. А. Гайворонский, Д. А. Селиверстова // Актуальные проблемы развития городов: электронный сборник статей по материалам открытой VIII международной очно-заочной научно-практической конференции молодых ученых и студентов / редкол.: Н. М. Зайченко [и др.]. – Макеевка: ФГБОУ ВО «ДонНАСА», 2024. – С. 170–172.
11. Гайворонский, Е. А. Исторические усадьбы как фактор социально-экономического развития территории Донецкой Народной Республики / Е. А. Гайворонский, С. А. Борознов, М. Д. Алёхин, А. М. Волгина // Проблемы архитектуры и градостроительства. – Вып. 2023–2(160). – Макеевка, 2023. – С. 174–198. – ISSN 2519–2817. – URL: [http://donna.sru/publish_house/journals/vestnik/2023/vestnik_2023-2\(160\).pdf](http://donna.sru/publish_house/journals/vestnik/2023/vestnik_2023-2(160).pdf) (дата обращения: 29.09.2024).
12. Гайворонский, Е. А. Архитекторы Донбасса: биографический справочник / Е. А. Гайворонский. – Донецк: ООО «Проминь», «Перо», 2021. – 788 с., ил. ч/б.
13. Гайворонский, Е. А. Принципы функциональной организации рекреационно-обслуживающих комплексов в современных условиях Азовского побережья Донецкого региона / Е. А. Гайворонский, Р. Ф. Жуков // Электронный сборник статей по материалам открытой IV международной очно-заочной научно-практической конференции молодых ученых и студентов / редкол.: Н. М. Зайченко [и др.]. – Макеевка: ГОУ ВПО «ДонНАСА», 2020. – С. 145–149. – URL: http://www.donna.sru/publish_house/journals/studconf/2020/Sbornik_APRL_2020.pdf (дата обращения: 29.09.2024).
14. Гайворонский, Е. А. Концепция архитектурного формирования рекреационно-обслуживающих комплексов в прибрежных зонах с учетом региональных особенностей / Е. А. Гайворонский, Р. Ф. Жуков // Формирование предметно-пространственной среды современного города: сборник материалов ежегодной Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), 1–2 ноября 2018 г. / под общ. ред. А. Д. Григорьева. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2018. – С. 121–126.
15. Гайворонский, Е. А. Концепция современной архитектурно-планировочной реинтеграции недействующих металлургических предприятий / Е. А. Гайворонский, Т. С. Шилина // Актуальные проблемы развития городов: электронный сборник статей по материалам открытой III международной очно-заочной научно-практической конференции молодых ученых и студентов, 28 февраля 2019 г. / отв. за выпуск: К. А. Яковенко, Т. В. Радионов. – Макеевка: ДонНАСА, 2019. – С. 98–101.
16. Гайворонский, Е. А. Современная архитектурно-средовая интеграция комплекса объектов бывшей Английской колонии посёлка Юзовка в г. Донецке / Е. А. Гайворонский, Е. А. Мороко, С. А. Борознов // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Проблемы архитектуры и градостроительства. – Макеевка: ДонНАСА, 2018. – Вып. 2018–2(130). – С. 37–43.
17. Гайворонский, Е. А. Формирование архитектуры зданий и сооружений с элементами монументально-декоративного искусства в городах Донбасса / Е. А. Гайворонский, Д. А. Москаленко // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Проблемы архитектуры и градостроительства. – Макеевка: ДонНАСА, 2018. – Вып. 2018–2(130). – С. 27–36.
18. Гайворонский, Е. А. Региональные особенности формирования и развития архитектуры зданий и сооружений в городах Донбасса: дис. докт. архитектуры в 2 т. / Е. А. Гайворонский. – Макеевка, 2017. – 407 с. + прил. – URL: http://donna.sru/upload/files/dissertation_gayvoronskiy.pdf (дата обращения: 29.09.2024).
19. Гайворонский, Е. А. Архитектурное формирование терминалов для дирижаблей в Донецком регионе / Е. А. Гайворонский, А. В. Анисимов, Т. А. Зрадовская // Актуальные проблемы развития городов: электронный сборник трудов республиканской научно-практической конференции / редкол.: Н. М. Зайченко [и др.]. – Макеевка: ДонНАСА, 2018. – С. 132–134. – URL: http://donna.sru/publish_house/journals/studconf/2018/Sbornik_APRL_2018.pdf (дата обращения: 29.09.2024).
20. Гайворонский, Е. А. Формирование архитектурной среды национально-культурных центров греческих общин в городах Донецкого региона / Е. А. Гайворонский, Н. С. Иванова // Сборник научных трудов (электронный) региональной заочной научно-практической конференции молодых ученых и студентов «Актуальные проблемы развития городов», 3 марта 2017 г. / редкол.: Е. В. Горюхов [и др.]. – Макеевка: ДонНАСА, 2017. – С. 375–381.
21. Приходько, С. А. Перспективы создания посттехногенного ландшафтно-рекреационного парка на территории недействующих угольных шахт «Красный профинтерн» и «Юный коммунар» в г. Енакиево / С. А. Приходько, К. П. Воробьев, Е. А. Гайворонский, В. М. Остапко // Охрана, восстановление и изучение степных экосистем в XXI веке: материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 90-летию заповедника «Хомутовская степь». – Донецк: Ноуладж, 2016. – С. 43–45.
22. Гайворонский, Е. А. Концепция архитектурно-градостроительной организации тематических туристи-

- ческих маршрутов в Донецком регионе / Е. А. Гайворонский, О. В. Чукова, Е. С. Кравец // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Проблемы архитектуры и градостроительства. – Макеевка: ДонНАСА, 2016. – Вып. 2016–2(118). – С. 137–143.
23. Шепилова, В. Г. Перспективы развития рынка туристических услуг в Донецкой Народной Республике / В. Г. Шепилова // Пути повышения эффективности управленческой деятельности органов государственной власти в контексте социально-экономического развития территорий: материалы II международной науч.-практ. конф., 6–7 июня 2018 г. – Донецк: ДонАУиГС, 2018. – С. 82–87.
24. Овчаренко, Л. А. Использование рекреационного потенциала в ускоренном экономическом развитии региона: теория, методология, практика: монография / Л. А. Овчаренко. – Донецк: ДонАУиГС, 2018. – 424 с.
25. Гусак, А. С. Состояние и перспективы развития туризма и рекреации в Донецкой Народной Республике / А. С. Гусак, В. Г. Шепилова, А. С. Крицына // Сборник научных работ серии «Экономика» / ГОУ ВПО «ДонАУиГС». – Вып. 14. – Донецк: ДонАУиГС, 2019. – С. 153–164.
26. Дубровская, Н. И. Роль рекреации и туризма в контексте устойчивого развития региона / Н. И. Дубровская // Пути повышения эффективности управленческой деятельности органов государственной власти в контексте социально-экономического развития территорий: сб. мат. междунар. науч.-практ. конф., 6–7 июня 2018 г. – Донецк: ДонАУиГС, 2018. – С. 294–296.
27. Мишечкин, Г. В. Санаторно-курортная деятельность в Северо-Восточном Приазовье / Г. В. Мишечкин, С. Н. Голубничая // Современные проблемы сервиса и туризма. – 2018. – № 2 (Т. 12). – С. 112–124.
28. Бенаи, Х. А. Научные направления региональной архитектурной школы Донбасса в ГОУ ВПО «ДОННАСА» / Х. А. Бенаи, Е. А. Гайворонский // Строитель Донбасса. – 2022. – Вып. 3–2022. – С. 8–16. – ISSN 2617–1848.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Джерелей Дарья Александровна – кандидат архитектуры, доцент, заведующий кафедрой ландшафтной архитектуры Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: промышленная архитектура зданий и сооружений, реновация промышленных предприятий территорий и ее градостроительные аспекты.

Гайворонский Евгений Алексеевич – доктор архитектуры, профессор, заведующий кафедрой градостроительства, реконструкции и реставрации архитектурного наследия Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: исследование региональных особенностей и проблем архитектуры, градостроительства, ландшафтной архитектуры, реконструкции и реставрации архитектурного наследия Донбасса; экспериментальное проектирование архитектурных объектов с выявлением региональной специфики; исследование и разработка мер по современной архитектурно-градостроительной реинтеграции объектов историко-культурного наследия в городах Донбасса; разработка учебных пособий по истории и региональным особенностям архитектуры и градостроительства Донбасса.

Миргородский Эдуард Олегович – сотрудник кафедры градостроительства, реконструкции и реставрации архитектурного наследия Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: туристические маршруты, жилые образования социального назначения.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Dzhereley Darya A. – Ph. D. (Arch.), Associate Professor, Head of the Landscape Architecture Department of the Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: industrial architecture of buildings and structures, renovation of industrial enterprises of territories and its urban planning aspects.

Gayvoronsky Evgeny A. – D. Sc. (Arch.), Professor, Head of the Department of Urban Planning, Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage of the Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: study of regional features and problems of architecture, urban planning, landscape architecture, reconstruction and restoration of the architectural heritage of Donbass; experimental design of architectural objects with the identification of regional specifics; research and development of measures for modern architectural and urban planning reintegration of historical and cultural heritage sites in the cities of Donbass; development of teaching aids on the history and regional features of architecture and urban planning of Donbass.

Mirgorodskiy Eduard O. – employee of the Department of Urban Development, Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage of the Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: tourist routes, residential buildings for social purposes.

REFERENCES

1. Kurbatova, E.L., 2013. Revitalization of historical territories: global experience and Russian practice. *Vestnik Irkutskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta*, (10(81)), pp.148–153.
2. Vlasov, Y.A., 2016. *Architectural renovation: theory, methodology, practice*. Moscow: Arkhitektura-S.
3. Aleksandrova, A.Y., 2017. *Tourist zoning: theory and practice*. Moscow: Knorus.
4. Zhukova, M.A., 2019. *Tourist business: textbook*. Moscow: Knorus.
5. Sokolova, M.V., 2018. *History of tourism: textbook*. Moscow: Magistr.
6. Leont'eva, T.V., 2019. *Organization of tourism: textbook*. Moscow: Prospekt.
7. Gayvoronskiy, E.A. and Dzhereley, D.A., 2021. *Formation and development of architecture of buildings, structures and their complexes with underground structures in Donbas cities. Problemy arkhitektury i gradostroitel'stva*, (2021-2(148)), pp.44–49. Available at: [http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2021/vestnik_2021-2\(148\).pdf](http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2021/vestnik_2021-2(148).pdf) [Accessed 29 September 2024].

8. Dzhereley, D.A., 2022. *Problem of architectural and urban planning formation of innovation and economic objects based on industrial enterprise building complexes with underground structures.* *Vestnik Donbasskoy Natsional'noy Akademii Stroitel'stva i Arkhitektury*, (2022-2(154) «Problemy arkitektury i gradostroitel'stva»), pp.149–154. Available at: [https://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2022/2022-2%20\(154\)/st_21_djereley.pdf](https://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2022/2022-2%20(154)/st_21_djereley.pdf) [Accessed 29 September 2024].
9. Gayvoronskiy, E.A. and Semykin, E.K., 2024. *Issues of formation of historical and architectural complexes in the Donetsk People's Republic.* *Internauka: Scientific Journal*, (41(358)), Part 1, pp.5–7. Electronic version. Available at: <https://www.internauka.org/journal/science/internauka/358> [Accessed 29 September 2024].
10. Gayvoronskiy, E.A. and Seliverstova, D.A., 2024. *Prerequisites for architectural formation of a regional scientific and educational astronomy center in the Donetsk People's Republic.* In *Aktual'nye problemy razvitiya gorodov* [online collection of papers]. Ed. by N.M. Zaichenko et al. Makeevka: FGBOU VO “DonNASA”, pp.170–172.
11. Gayvoronskiy, E.A., Boroznov, S.A., Alyokhin, M.D. and Volgina, A.M., 2023. *Historical estates as a factor in socio-economic development of the territory of the Donetsk People's Republic.* *Problemy arkitektury i gradostroitel'stva*, (2023-2(160)), pp.174–198. ISSN 2519-2817. Available at: [http://donna.ru/publish_house/journals/vestnik/2023/vestnik_2023-2\(160\).pdf](http://donna.ru/publish_house/journals/vestnik/2023/vestnik_2023-2(160).pdf) [Accessed 29 September 2024].
12. Gayvoronskiy, E.A., 2021. *Architects of Donbas: biographical directory.* Donetsk: OOO “Promin”, “Pero”.
13. Gayvoronskiy, E.A. and Zhukov, R.F., 2020. *Principles of functional organization of recreational service complexes in modern conditions of the Azov coast of the Donetsk region.* In *Elektronnyy sbornik statey po materialam otkrytoiy IV mezhdunarodnoy ochno-zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh i studentov.* Ed. by N.M. Zaichenko et al. Makeevka: GOU VPO “DonNASA”, pp.145–149. Available at: http://www.donna.ru/publish_house/journals/studconf/2020/Sbornik_APRG_2020.pdf [Accessed 29 September 2024].
14. Gayvoronskiy, E.A. and Zhukov, R.F., 2018. *Concept of architectural formation of recreational service complexes in coastal zones taking into account regional features.* In *Formirovanie predmetno-prostranstvennoy sredy sovremennoego goroda.* Ed. by A.D. Grigoriev. Magnitogorsk: Izd-vo Magnitogorsk. gos. tekhn. un-ta im. G.I. Nosova, pp.121–126.
15. Gayvoronskiy, E.A. and Shilina, T.S., 2019. *Concept of modern architectural-planning reintegration of non-operating metallurgical plants.* In *Aktual'nye problemy razvitiya gorodov.* Ed. by K.A. Yakovenko and T.V. Radionov. Makeevka: DonNASA, pp.98–101.
16. Gayvoronskiy, E.A., Moroko, E.A. and Boroznov, S.A., 2018. *Modern architectural-environmental integration of the complex of former English colony objects in the village of Yuzovka in Donetsk.* *Vestnik Donbasskoy Natsional'noy Akademii Stroitel'stva i Arkhitektury. Problemy arkitektury i gradostroitel'stva*, Issue 2018-2(130), pp.37–43.
17. Gayvoronskiy, E.A. and Moskalenko, D.A., 2018. *Formation of architecture of buildings and structures with elements of monumental-decorative art in Donbas cities.* *Vestnik Donbasskoy Natsional'noy Akademii Stroitel'stva i Arkhitektury. Problemy arkitektury i gradostroitel'stva*, Issue 2018-2(130), pp.27–36.
18. Gayvoronskiy, E.A., 2017. *Regional features of formation and development of architecture of buildings and structures in Donbas cities (Doctoral dissertation in two volumes).* Makeevka. Available at: http://donna.ru/upload/files/dissertation_gayvoronskiy.pdf [Accessed 29 September 2024].
19. Gayvoronskiy, E.A., Anisimov, A.V. and Zradovskaya, T.A., 2018. *Architectural formation of airship terminals in the Donetsk region.* In *Aktual'nye problemy razvitiya gorodov.* Ed. by N.M. Zaichenko et al. Makeevka: DonNASA, pp.132–134. Available at: http://donna.ru/publish_house/journals/studconf/2018/Sbornik_APRG_2018.pdf [Accessed 29 September 2024].
20. Gayvoronskiy, E.A. and Ivanova, N.S., 2017. *Formation of architectural environment of national-cultural centers of Greek communities in Donetsk region cities.* In *Sbornik nauchnykh trudov (elektronnyy) regional'noy zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh i studentov “Aktual'nye problemy razvitiya gorodov”.* Ed. by E.V. Gorokhov et al. Makeevka: DonNASA, pp.375–381.
21. Prikhodko, S.A., Vorobiev, K.P., Gayvoronskiy, E.A. and Ostapko, V.M., 2016. *Prospects for creation of post-industrial landscape-recreational park on the territory of decommissioned coal mines “Krasnyy Profintern” and “Yunyy Kommunar” in Yenakiyevo.* In *Okhrana, vosstanovlenie i izuchenie stepnykh ekosistem v XXI veke.* Donetsk: Noulidzh, pp.43–45.
22. Gayvoronskiy, E.A., Chukova, O.V. and Kravets, E.S., 2016. *Concept of architectural and urban planning organization of thematic tourist routes in the Donetsk region.* *Vestnik Donbasskoy Natsional'noy Akademii Stroitel'stva i Arkhitektury. Problemy arkitektury i gradostroitel'stva*, Issue 2016-2(118), pp.137–143.
23. Shepilova, V.G., 2018. *Prospects for the development of the tourist services market in the Donetsk People's Republic.* In *Puti povysheniya effektivnosti upravlencheskoy deyatel'nosti organov gosudarstvennoy vlasti v kontekste sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya territoriy.* Donetsk: DonAUIGS, pp.82–87.
24. Ovcharenko, L.A., 2018. *Use of recreational potential in accelerated economic development of the region: theory, methodology, practice.* Donetsk: DonAUIGS.
25. Gusak, A.S., Shepilova, V.G. and Krizyna, A.S., 2019. *State and prospects for the development of tourism and recreation in the Donetsk People's Republic.* In *Sbornik nauchnykh rabot serii “Ekonomika”, Issue 14.* Donetsk: DonAUIGS, pp.153–164.
26. Dubrovskaya, N.I., 2018. *The role of recreation and tourism in the context of sustainable regional development.* In *Puti povysheniya effektivnosti upravlencheskoy deyatel'nosti organov gosudarstvennoy vlasti v kontekste sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya territoriy.* Donetsk: DonAUIGS, pp.294–296.

27. Mishechkin, G.V. and Golubnichaya, S.N., 2018. Sanatorium-resort activities in the North-Eastern Azov Sea region. *Sovremennye problemy servisa i turizma*, 12(2), pp.112–124.
28. Benai, H.A. and Gayvoronskiy, E.A., 2022. Scientific directions of the regional architectural school of Donbas at FGBOU VPO “DonNASA”. *The Builder of Donbass*, (3-2022), pp.8–16. ISSN 2617-1848.

Статья поступила в редакцию 06.05.2025; одобрена после рецензирования 16.05.2025; принята к публикации 23.05.2025.

The article was submitted 06.05.2025; approved after reviewing 16.05.2025; accepted for publication 23.05.2025.

Строитель Донбасса. 2025. Выпуск 2–2025 С. 32–38. ISSN 2617–1848 (print)
The Builder of Donbass. 2025. Issue 2–2025. P. 32–38. ISSN 2617–1848 (print)

Научная статья

УДК 728.1.012.185

doi: 10.71536/sd.2025.2c31.5

ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИЛЫХ ОБРАЗОВАНИЙ СОЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ДОНЕЦКА)

Хафизулла Аминуллович Бенаи¹, Анна Анатольевна Дыкун²,
Эдуард Олегович Миргородский³

^{1,2,3}Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия,
¹kh.a.benai@donnasa.ru, ²a.a.dykun@donnasa.ru, ³mirgorodskiy.e.o-zlam-2a@donnasa.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу особенностей архитектурно-планировочной организации жилых образований социального назначения в городе Донецке. В условиях восстановления региона после конфликта и урбанистического развития вопросы организации жилых пространств для уязвимых категорий населения приобретают особую актуальность. В статье рассматриваются исторические, градостроительные, социально-демографические, типологические, архитектурно-планировочные, региональные, конструктивно-технические и композиционно-художественные факторы, влияющие на формирование таких объектов, как дома для временного размещения переселенцев, социальные гостиницы, дома для малоимущих и пожилых граждан, а также объекты для детей-сирот и инвалидов.

Особое внимание уделяется текущему состоянию жилых образований социального назначения в Донецке, выявлению основных проблем, таких как физический износ объектов, несоответствие современным стандартам комфорта и безопасности, недостаток инфраструктуры и отсутствие доступной среды для людей с ограниченными возможностями. Авторы предлагают научно обоснованные принципы и приемы архитектурно-планировочной организации, направленные на создание комфортного, доступного и эстетически привлекательного жилья для различных категорий населения.

Ключевые слова: жилые образования, социальное жилье, архитектурно-планировочная организация, Донецк, принципы, приемы, доступность, комфорт, устойчивость

Original article

FEATURES OF ARCHITECTURAL AND TOWN PLANNING ORGANIZATION OF SOCIAL HOUSING (ON THE EXAMPLE OF DONETSK)

Khafizulla A. Benai¹, Anna A. Dykun², Eduard O. Mirgorodskiy³

^{1,2,3}Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia,
¹kh.a.benai@donnasa.ru, ²a.a.dykun@donnasa.ru, ³mirgorodskiy.e.o-zlam-2a@donnasa.ru

Abstract. This article is devoted to the analysis of architectural and town-planning organization of social housing in Donetsk. The post-conflict recovery and urban development are giving for issues, related to organizing residential spaces for vulnerable population groups, particular relevance. The article researches historical, urban planning, socio-demographic, typological, architectural-planning, regional, structural-technical, and compositional-artistic factors influencing the formation of such facilities as temporary housing for displaced persons, social hostels, housing for low-income and elderly



Бенаи
Хафизулла Аминуллович



Дыкун
Анна Анатольевна



Миргородский
Эдуард Олегович

citizens, as well as housing for orphans and people with disabilities.

Main attention concentrated on current condition of social housing in Donetsk, identifying key issues like: physical deterioration of buildings, non-compliance with modern comfort and safety standards, lack of infrastructure, absence of an accessible environment for people with disabilities. The authors propose scientifically based principles and methods of architectural and planning organization aimed at creating comfortable, accessible, and aesthetically attractive housing for various population groups.

Keywords: residential complexes, social housing, architectural and town-planning organization, Donetsk, principles, methods, accessibility, comfort, sustainability

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Жилищный вопрос традиционно рассматривается как один из важнейших социальных аспектов городского развития. Особенno остро он стоит в условиях восстановления территорий, пострадавших от разрушений и социально-экономических изменений. Жилые образования социального назначения представляют собой критически важный элемент городской структуры, поскольку они направлены на обеспечение доступным, безопасным и качественным жильем уязвимых категорий населения – малообеспеченных граждан, многодетных семей, людей с ограниченными возможностями, пожилых и переселенцев.

В городе Донецке, как и в других населённых пунктах Донбасса, актуальность данной темы особенно высока. Регион сталкивается не только с проблемами физического износа жилищного фонда и нарушений в инфраструктуре, но и с задачами социальной интеграции и переформатирования жилой среды в условиях трансформации городской структуры. Создание функционально адаптированных, архитектурно выразительных и социально ориентированных жилых образований требует не только инженерно-проектных решений, но и комплексного подхода с учетом социокультурных, демографических и экологических факторов.

В отечественной и зарубежной научной литературе накоплен значительный опыт в области проектирования и организации жилой среды. Среди них можно отметить работы:

- А. В. Высоковского, где раскрываются принципы формирования социально ориентированной городской среды [1];
- М. И. Бартенева, акцентирующего внимание на социальных функциях жилого пространства [2];
- К. Линча, где представлены методы формирования читаемой и комфортной городской структуры [3];
- современные исследования О. В. Лебедевой, посвящённые устойчивому развитию и инклюзивному проектированию жилых территорий [4];
- а также региональные исследования, посвящённые реконструкции постсоветского жилья в условиях Восточной Европы и Центральной Азии [5].

Однако, несмотря на наличие теоретических разработок, практическое применение этих подходов в специфических условиях Донецка требует дополнительных исследований, так как:

- регион обладает уникальной историко-градостроительной структурой;
- нуждается в восстановлении и адаптации разрушенного или устаревшего жилого фонда;
- существует необходимость в разработке локальных проектных и нормативных решений, адаптированных к социальным и инфраструктурным реалиям города.

Настоящая статья направлена на выявление проблемных аспектов архитектурно-планировочной организации жилых образований социальногоназначения в Донецке, а также на формирование предложений по их решению с учетом лучших международных практик, научных подходов и региональной специфики.

Архитектурно-планировочная структура Донецка на протяжении XX и XXI веков претерпела значительные изменения. В советский период преобладало массовое строительство типовых жилых районов, что обеспечивало жилищные потребности, но не всегда учитывало историко-культурные особенности. После 2014 года в условиях новых геополитических реалий повысилась значимость проектирования жилья социального назначения, ориентированного на переселенцев, малообеспеченные слои населения и восстановление разрушенной инфраструктуры [6, 8].

Историко-культурный контекст города, включающий индустриальное наследие, этническое многообразие и памятники архитектуры, требует интеграции этих особенностей в проектные решения. Это проявляется в необходимости сохранения исторической среды, архитектурной преемственности и включения локальных образов в формирование новых жилых комплексов [7].

Ключевые проблемы современного жилого фонда Донецка включают (рис. 1 а, б):

- моральный и физический износ зданий;
- недостаток мест социального общения;
- стихийная застройка и парковка;
- неразвитость инфраструктуры;
- отсутствие устойчивых планировочных решений, ориентированных на безопасность и доступность.



а)



б)

Рис.1. Проблематика дворовых пространств:
а) стихийная парковка автомобилей внутри двора;
б) упавшее, старое дерево во дворе

Особое внимание уделяется обеспечению социальной инклюзивности, доступности общественных функций, а также необходимости проектирования с учетом угроз безопасности (например, наличие подвалов-убежищ) [8].

Архитектурно-планировочные принципы организации жилых образований и разработка эффективной модели жилой среды требует комплексного подхода, основанного на синтезе международного и регионального опыта. Ниже изложены ключевые принципы, разделённые по уровням проектирования, от градостроительного до архитектурно-художественного.

1. Градостроительный уровень.

На этом уровне особое внимание уделяется территориальной организации городской среды и взаимодействию жилой застройки с остальными элементами городской структуры:

1.1 Размещение жилья вблизи мест приложения труда и транспортных узлов. Это способствует снижению времени на дорогу, сокращению транспортной нагрузки и повышению качества жизни населения. Принцип «город коротких расстояний» способствует устойчивому развитию.

1.2 Формирование микрорайонов и жилых кварталов со смешанной функциональной структурой. Предполагается сочетание жилья с объектами торговли, досуга, спорта и общественного обслуживания. Такая модель обеспечивает жизнеспособность территории в течение всего дня и способствует социальной интеграции.

1.3 Учет исторического контекста застройки и существующей инфраструктуры. При проектировании новых объектов важно учитывать характер сложившейся городской ткани, архитектурные традиции и уже действующие инженерные и транспортные сети.

1.4 Интеграция объектов социального назначения в шаговой доступности. Школы, детские сады, поликлиники, культурные центры должны быть размещены так, чтобы жители могли добираться до них пешком за 10–15 минут. Это повышает удобство и способствует развитию локального сообщества.

2. Генеральное планирование.

Этот уровень отвечает за детальную пространственную организацию жилой среды:

2.1 Многофункциональность участков. Земельные участки должны использоваться рационально, сочетая жилые, общественные и рекреационные функции. Это позволяет гибко адаптировать территорию к меняющимся условиям и потребностям.

2.2 Зонирование с учетом инсоляции, вентиляции и шумозащиты. Компоновка зданий и открытых пространств должна обеспечивать достаточное солнечное освещение, благоприятные микроклиматические условия и защиту от избыточного шума.

2.3 Создание сквозных пешеходных и велосипедных маршрутов. Такие маршруты должны быть логичными, безопасными и непрерывными, связывая жилые зоны с основными точками притяжения: школами, магазинами, парками, остановками транспорта.

3. Благоустройство территории.

Элемент, обеспечивающий комфорт и качество повседневной жизни:

3.1 Формирование разнообразных общественных пространств. Во дворах и на прилегающих территориях важно создавать места для общения, отдыха и детских игр: скверы, площадки, зелёные зоны.

3.2 Внедрение концепции «двор без машин». Исключение сквозного автомобильного движения внутри жилых дворов повышает безопасность, способствует созданию тихой и комфортной среды для пешеходов.

3.3 Применение устойчивых ландшафтных решений. Использование местных растений, дре-

нажных систем, проницаемых покрытий и других экологичных элементов повышает долговечность благоустройства и снижает нагрузку на городские экосистемы.

4. Функционально-планировочные решения зданий.

Эти принципы направлены на повышение адаптивности и социального потенциала жилой застройки:

4.1 **Гибкие планировки.** Пространства должны легко адаптироваться под разные типы семей, возрастные группы и жизненные сценарии – например, путем трансформируемых стен, многофункциональных помещений.

4.2 **Интеграция социокультурных пространств в жилую среду.** В зданиях могут предусматриваться помещения для кружков, общественных собраний, коворкингов, что способствует формированию активного и сплочённого сообщества.

4.3 **Наличие безопасных укрытий.** В условиях современных вызовов важно проектировать подвальные или подземные помещения, приспособленные для временного укрытия населения в чрезвычайных ситуациях.

5. Объемно-пространственная и архитектурно-художественная организация.

Этот аспект отвечает за визуальное и символическое восприятие жилой среды:

5.1 **Использование местных строительных материалов.** Применение традиционных или локально доступных материалов позволяет сократить издержки и подчеркнуть региональную идентичность.

5.2 **Сохранение силуэта застройки.** Новые здания должны гармонировать с окружающим архитектурным ансамблем, не нарушая масштаб и ритм городской застройки.

5.3 **Использование элементов местного декора.** Включение в архитектуру мозаики, росписи, граффити и других форм художественного оформления позволяет укрепить связь жителей с местом и подчеркнуть культурную самобытность территории.

Предложения по повышению качества архитектурно-планировочной организации жилых образований в Донецке

Современные условия требуют системного подхода к формированию качественной жилой среды в Донецке. Учитывая особенности региона, состояние существующего жилого фонда, а также актуальные вызовы в градостроительной сфере, предлагаются следующие приоритетные направления развития:

1. Разработка региональных норм и стандартов проектирования.

Необходимость формирования собственных, адаптированных к условиям Донецка нормативных документов обусловлена:

1.1 Особенностями климатических, геологических и инфраструктурных условий.

1.2 Необходимостью учета культурного, исторического и социального контекста.

1.3 Стремлением к созданию устойчивой и комфортной среды проживания для разных категорий населения.

Такие нормы должны охватывать как вопросы градостроительного зонирования, так и регламенты по благоустройству, озеленению, энергоэффективности, а также социальной инклюзивности жилых территорий.

2. Внедрение комплексных программ реконструкции и санации старого жилого фонда.

Многочисленные жилые здания в Донецке были построены в советский период и сегодня находятся в изношенном или морально устаревшем состоянии. Для улучшения жилищных условий необходимо:

2.1 Проводить техническое обследование существующего фонда и выявлять объекты, подлежащие санации или сносу.

2.2 Реализовывать программы капитального ремонта с элементами модернизации (теплоизоляция, замена инженерных сетей, благоустройство дворов).

2.3 Внедрять механизмы соучастия жителей в принятии решений и развитии своих кварталов.

2.4 Обеспечить архитектурную и визуальную преемственность при перестройке исторических районов.

3. Реализация pilotных проектов с демонстрацией лучших практик.

Для перехода от теоретических моделей к реальной практике необходимы экспериментальные жилые кварталы, которые станут примерами современного подхода к архитектурно-планировочной организации. Такие试点ные проекты могут основываться на успешном опыте.

В Симферополе реализуются проекты, сочетающие южную архитектуру с требованиями умеренно-континентального климата. Примером служит жилой комплекс «Парковые кварталы» (рис. 2 а, б). Проект реализуется в экологически чистом и динамично развивающемся районе Симферополя с удобным выездом на трассу «Таврида».

Все квартиры оснащены индивидуальным отоплением, лоджиями, предусмотрены кладовые и колясочные. Уникальное решение – квартиры с патио на первых этажах.

На территории: озеленённые дворы, современные детские и спортивные площадки, места для отдыха. Предусмотрены парковки и гаражные боксы.

Для малого бизнеса – встроенные коммерческие помещения. В пешей доступности: школы, детсады, поликлиника, магазины, парк Государственная районная электростанция (ГРЭС).

«Парковые кварталы» – это не просто жилой комплекс, а современный пример комплексного подхода к созданию комфортной и устойчивой городской среды. Этот проект иллюстрирует, как принципы архитектуры южных регионов можно успешно адаптировать в новых климатических условиях, делая его достойным образцом для последующего тиражирования в рамках федеральных программ развития жилых кварталов.

Также в городе строится жилой квартал «Республика», ориентированный на создание комфортной городской среды с современными инженерными решениями.

В Узбекистане активно развиваются试点ные проекты, направленные на модернизацию тради-



a)



б)

Рис. 2. Жилой комплекс «Парковые кварталы» г. Симферополь респ. Крым:
а) общий вид на жилой комплекс; б) внутридворовое пространство жилого комплекса

ционных махаллей. В Ташкенте реализуется проект реконструкции махалли имени Олима Хужаева, предусматривающий строительство многоэтажных домов на 3 200 квартир взамен устаревших зданий.

Кроме того, в махалле «Конигиль» Самаркандского района успешно реализован проект «Туристическая махалля», сочетающий историческое наследие с современными условиями проживания.

В Казахстане активно применяются механизмы государственно-частного партнерства (ГЧП) при реализации жилищных проектов. Примером является программа «Шанырак», в рамках которой выделено 390 млрд. тенге на строительство доступного жилья.

Также в стране развивается практика создания сервисных компаний в махаллях с частными домами, что способствует улучшению инфраструктуры и условий проживания.

Пилотные проекты выполняют комплексную функцию демонстрации передовых архитектурно-планировочных решений, учитывающих климатические, культурные и социально-экономические особенности регионов. Они представляют собой экспериментальную платформу для апробации новых технологических решений, нормативных подходов и моделей организации жилой среды. Полученные в ходе реализации таких проектов данные и практические наработки формируют основу для разработки типовых методик, регламентов и образовательных программ. В перспективе это позволяет обеспечить тиражирование успешных практик и их интеграцию в масштабные государственные и муниципальные программы жилищного строительства, способствуя формированию устойчивой и качественной городской среды на национальном уровне [9].

4. Создание научной и образовательной базы подготовки специалистов.

Качественное проектирование невозможно без квалифицированных кадров, владеющих как современными подходами, так и знанием местной специфики. Необходимо:

4.1 Развивать архитектурные факультеты и градостроительные направления в региональных вузах.

4.2 Открывать программы повышения квалификации, стажировок и переподготовки для практикующих архитекторов и проектировщиков.

4.3 Создавать исследовательские центры и лаборатории, где будет вестись разработка инновационных решений для жилищной среды Донецка.

4.4 Поощрять международное сотрудничество и обмен опытом между архитекторами, планировщиками, урбанистами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Архитектурно-планировочная организация жилых образований социального назначения в Донецке представляет собой одну из ключевых задач комплексного развития городской среды. Для её успешного решения необходим системный и многоуровневый подход, который опирается не только на инженерно-технические и проектные аспекты, но и на глубокое понимание культурного, исторического и социального контекста региона.

В условиях динамично меняющейся социогородской среды архитектура жилья должна отвечать современным требованиям комфорта, энергоэффективности, безопасности и инклюзивности. При этом крайне важно сохранять и развивать региональную идентичность, отражённую в силуэтах застройки, местных архитектурных приёмах, декоративных элементах и в самой структуре общественных пространств.

Особое значение приобретает устойчивое развитие как экологическое, так и социальное. Это подразумевает рациональное использование ресурсов, адаптацию к климатическим условиям, продуманную транспортную связанность, наличие зеленых зон и объектов повседневного пользования в шаговой доступности.

Интеграция международного опыта – будь то опыт реконструкции жилых кварталов, внедрения «умных» технологий или построения сообществ – позволяет избежать повторения ошибок, пройти путь трансформации быстрее и эффективнее. Однако заимствование должно быть избирательным и адаптированным под местную специфику.

Необходимым условием также является формирование локальной нормативной и методологической базы, которая будет учитывать уникальные градостроительные, климатические и социокультурные

характеристики Донецка. Это создаст устойчивую основу для проектирования, реализации и дальнейшего функционирования жилых образований.

Таким образом, только при взаимодействии всех этих компонентов – региональной идентичности, устойчивых стратегий, международной экспертизы и нормативной поддержки – возможно формирование гармоничной, безопасной и полноценной функционирующей жилой среды, способствующей высокому качеству жизни и социальной стабильности населения Донецка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Высоковский, А. В. Градостроительство и социальное проектирование / А. В. Высоковский. – Москва: Стройиздат, 1986. – 240 с.
2. Бартенев, М. И. Теория и практика архитектуры жилья / М. И. Бартенев. – Москва: Архитектура-С, 2004. – 312 с.
3. Линч, К. Имидж города / К. Линч; пер. с англ. – Москва: Стройиздат, 1982. – 200 с. – (Оригинал на английском: Lynch K. The Image of the City Cambridge: MIT Press, 1960).
4. Лебедева, О. В. Устойчивое развитие жилых территорий в условиях современной урбанизации // Архитектон: известия вузов. – 2020. – № 69. – С. 113–119.
5. Архитектурное наследие и стратегия устойчивого развития постиндустриальных территорий: коллективная монография / под ред. И. В. Мажейкиной. – Санкт-Петербург: Курс, 2019. – 352 с.
6. Гайворонский, Е. А. Концепция архитектурного формирования жилых домов средней этажности социального жилого фонда в Донецком регионе / Е. А. Гайворонский, А. В. Анисимов, В. Д. Чубков // Проблемы архитектуры и градостроительства. – 2019. – Вып. 2019–2(136). – С. 30–36. – ISSN 2519–2817. – URL: [http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2019/vestnik_2019-2\(136\).pdf](http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2019/vestnik_2019-2(136).pdf) (дата обращения: 06.11.2024).
7. Бенаи, Х. А. Программа разработки концепции создания фонда социального жилья в Донецком регионе / Х. А. Бенаи, Е. А. Гайворонский // Современное строительство и архитектура. Энергосберегающие технологии: сборник докладов VIII Республиканской научно-практической конференции (с международным участием), 24 ноября 2016 г. – Бендери: Изд-во БПФ ПГУ им. Т. Г. Шевченко, 2017. – С. 75–79.
8. Мироненко, В. П. Особенности формирования архитектуры конца XIX – начала XX века в Донецком регионе. Постановка проблемы / В. П. Мироненко, С. А. Борознов // Проблемы архитектуры и градостроительства. – 2012. – Вып. 2012, № 4(96). – Макеевка, 2012. – 288 с.
9. Повышение эффективности реализации инвестиционной политики в сфере строительства социального жилья / О. Н. Зерова, Н. И. Яркова, И. В. Бодня [и др.] // Строитель Донбасса. – 2023. – Выпуск 2–2023. – С. 38–42. – ISSN 2617–1848.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Бенаи Хафизулла Аминуллович – доктор архитектуры, профессор, декан архитектурного факультета Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: научно-практические исследования современных проблем развития жилищной архитектуры городов Донбасса с учетом культурологического своеобразия и искусственно-ведческого потенциала, методологические исследования проблем архитектуры, дизайна архитектурной среды, градостроительства, в условиях развития территорий Донбасса, проблемы и перспективы реконструкции и совершенствования объектов жилого, общественного и промышленного назначения.

Дыкун Анна Анатольевна – старший преподаватель кафедры архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: проектирование индивидуальных жилых домов и разработка дизайн-проектов жилых пространств; комплексная разработка проектов интерьеров общественных объектов архитектуры; концептуальное моделирование дизайна серийной и индивидуальной мебели.

Миргородский Эдуард Олегович – сотрудник кафедры градостроительства, реконструкции и реставрации архитектурного наследия Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: туристические маршруты, жилые образования социального назначения.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Benai Khafizulla A. – D.Sc. (Arch.), Professor, Dean of the Faculty of Architecture of the Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: scientific and practical research of modern problems of development of housing architecture of Donbass cities taking into account cultural originality and art history potential, methodological research of problems of architecture, design of architectural environment, urban development, in the conditions of development of Donbass territories, problems and prospects of reconstruction and improvement of residential, public and industrial facilities.

Dykun Anna A. – Senior Lecturer, Department of Architectural Design and Design of Architectural Environment, Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: design of individual residential buildings and development of design projects for residential spaces; comprehensive development of interior projects for public architectural objects; conceptual modeling of the design of serial and individual furniture.

Mirgorodskiy Eduard O. – employee of the Department of Urban Development, Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage of the Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: tourist routes, residential buildings for social purposes.

REFERENCES

1. Vysokovsky, A.V., 1986. *Urban Planning and Social Design*. Moscow: Stroyizdat. 240 pp.
2. Bartenyev, M.I., 2004. *Theory and Practice of Housing Architecture*. Moscow: Arkhitektura-S. 312 pp.
3. Lynch, K., 1982. *The Image of the City* (Translated from English). Moscow: Stroyizdat. Original work published in 1960 by Cambridge: MIT Press.
4. Lebedeva, O.V., 2020. Sustainable development of residential areas under modern urbanization. *Arkhitekton: Izvestiya VUZov*, (69), pp. 113–119.
5. Mazheykina, I.V., ed., 2019. *Architectural Heritage and Sustainable Development Strategies for Post-Industrial Territories: Collective Monograph*. Saint Petersburg: Kurs. 352 pp.
6. Gayvornskiy, E.A., Anisimov, A.V. and Chubkov, V.D., 2019. Concept of architectural formation of mid-rise residential buildings within the social housing fund in the Donetsk region. *Problemy arkhitektury i gradostroitelstva*, Issue 2019–2(136), pp. 30–36. ISSN 2519–2817. Available at: [http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2019/vestnik_2019–2\(136\).pdf](http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2019/vestnik_2019–2(136).pdf) (Accessed: 6 November 2024).
7. Benai, H.A. and Gayvornskiy, E.A., 2017. Programme for developing a concept for creating a social housing fund in the Donetsk region. In: *Sovremennoye stroitelstvo i arkhitektura. Energosberegayushchiye tekhnologii: Sbornik dokladov VIII Respublikanskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiyem) [Modern Architecture and Construction. Energy-Saving Technologies: Proceedings of the VIII Republican Scientific-Practical Conference with International Participation]*, 24 November. Benderi: Publishing House BPF PGU im. T. G. Shevchenko, pp. 75–79.
8. Mironenko, V.P. and Boroznov, S.A., 2012. Features of architectural formation in the Donetsk region at the turn of the 19th-20th centuries. Problem statement. *Problemy arkhitektury i gradostroitelstva*, Issue 2012, No. 4(96). Makeyevka: DonNASA. 288 pp.
9. Zerova, O.N., Yarkova, N.I., Bodnya, I.V. et al., 2023. Improving the efficiency of investment policy implementation in the field of social housing construction. *The Builder of Donbass*, Issue 2–2023, pp. 38–42. ISSN 2617–1848.

Статья поступила в редакцию 06.05.2025; одобрена после рецензирования 16.05.2025; принята к публикации 23.05.2025.

The article was submitted 06.05.2025; approved after reviewing 16.05.2025; accepted for publication 23.05.2025.

Строитель Донбасса. 2025. Выпуск 2–2025 С. 39–45. ISSN 2617–1848 (print)
The Builder of Donbass. 2025. Issue 2–2025. P. 39–45. ISSN 2617–1848 (print)

Научная статья

УДК 72.01

doi: 10.71536/sd.2025.2c31.6

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ (НА ПРИМЕРЕ г. ДОНЕЦКА)

Марина Александровна Черныш¹, Екатерина Игоревна Баркалова²,

Диана Сергеевна Шматова³, Карина Михайловна Хухрянская⁴

^{1,2,3,4}Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия,

¹m.a.chernysh@donnasa.ru, ²e.i.barkalova@donnasa.ru, ³kartamysheva.d.s-ar-42v@donnasa.ru,

⁴svirkina.k.m-ar-42v@donnasa.ru

Аннотация. Данная статья посвящена актуальной проблеме проектирования и строительства реабилитационных центров в г. Донецке, учитывая социальную специфику региона. В отличие от многочисленных исследований, фокусирующихся на общих принципах проектирования реабилитационных центров, работа анализирует потребности именно Донецка, опираясь на данные СМИ и доступную статистику. Авторы анализируют существующую инфраструктуру и выявляют её недостатки. На основе анализа разрабатываются рекомендации по созданию современного реабилитационного центра, учитывающие климатические условия, доступность для людей с ограниченными возможностями, оптимальный набор реабилитационных услуг и ограниченные ресурсы региона. Работа включает оценку потребностей населения и предлагает практические рекомендации для восстановления и развития системы реабилитации. Результаты исследования могут быть использованы для планирования и реализации подобных проектов в других регионах.

Ключевые слова: реабилитационный центр, проектирование, г. Донецк, строительство, реабилитация, медицинская инфраструктура, доступность, социальная адаптация, восстановление

Original article

RELEVANCE OF DESIGNING AND CONSTRUCTING REHABILITATION CENTERS (ON THE EXAMPLE OF DONETSK)

Marina A. Chernysh¹, Ekaterina I. Barkalova²,

Diana S. Shmatova³, Karina M. Khukhryanskaya⁴

^{1,2,3,4}Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia,

¹m.a.chernysh@donnasa.ru, ²e.i.barkalova@donnasa.ru, ³kartamysheva.d.s-ar-42v@donnasa.ru,

⁴svirkina.k.m-ar-42v@donnasa.ru

Abstract. This article devoted for issue of designing and constructing rehabilitation centers in Donetsk, taking into account the region's social specifics. Unlike numerous researches, which focuses on general principles of rehabilitation center design, this work analyzes the particular needs of Donetsk based on media reports and available statistics. The authors examined the existing infrastructure and identified its shortcomings. Based on this analysis, recommendations for creating a modern rehabilitation center that takes into account climatic conditions, accessibility for people with disabilities, an optimal range of rehabilitation services, and the region's limited resources are given. The research includes an assessment of the population's needs and offers practical recommendations for recovering and developing the rehabilitation system. The findings could be used in planning and implementing similar projects in other regions.

Keywords: rehabilitation center, design, city of Donetsk, construction, rehabilitation, medical infrastructure, accessibility, social adaptation, recovery



Черныш
Марина Александровна



Баркалова
Екатерина Игоревна



Шматова
Диана Сергеевна



Хухрянская
Карина Михайловна

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Проблема недостаточного количества и низкого качества реабилитационных центров является актуальной во всем мире. Многочисленные исследования, например, работы Трофимовой Т. Е. [4] анализируют факторы, влияющие на проектирование комплексных лечебно-реабилитационных центров, исследуя вопросы планировки, оснащения и визуальной концепции [9, 10, 11, 12, 13, 14]. Однако, в контексте регионов, таких как г. Донецк, эта проблема приобретает особую остроту. Отсутствие доступной и качественной реабилитационной помощи приводит к ухудшению здоровья населения, снижению качества жизни, и усложняет процесс социальной адаптации. Это связано с важными научными задачами разработки эффективных методик реабилитации, учитывающих специфику травм и заболеваний, распространенных в подобных зонах, а также практическими задачами создания доступной и адаптированной инфраструктуры. В Донецке вопрос проектирования и строительства реабилитационных центров актуален с точки зрения восстановления разрушенной инфраструктуры и создания условий для социальной реинтеграции населения [5, 8].

Проектирование и строительство реабилитационных центров – это проблема, обсуждаемая давно в мировом масштабе. Существуют стандарты и рекомендации по проектированию (например, СП 149.1330.2012 [7], Guidelines for Design and Construction of Hospital and Health Care Facilities [9]), регулирующие различные аспекты – от планировки до оснащения. В России также действуют нормативные акты, регламентирующие медицинскую реабилитацию [6]. Однако, ситуация в г. Донецке специфична. Хотя на федеральном уровне активно обсуждаются вопросы реабилитации участников СВО [1, 2, 3], исследования, специально посвященные проектированию и строительству реабилитационных центров в Донецке, отсутствуют на научном уровне. Наличие информации в СМИ [5, 8] свидетельствует о необходимости научного анализа и разработки практических рекомендаций, учитывающих местные условия. Данная статья направлена на заполнение этого пробела, предлагая комплексный подход к решению проблемы с учетом специфики города.

Цель статьи: анализ актуальности проектирования и строительства реабилитационных центров в г. Донецке с учетом региональной специфики и ограниченных ресурсов.

На основе сформулированной цели были выделены следующие задачи:

1. Выявить потребности населения г. Донецка в реабилитационных услугах на основе анализа данных СМИ и доступной статистики.

2. Оценить состояние существующей реабилитационной инфраструктуры в г. Донецке и определить её основные недостатки.

3. Определить оптимальные подходы к проектированию реабилитационных центров в г. Донецке, учитывающие климатические условия, доступность для людей с ограниченными возможностями, и необходимый набор реабилитационных услуг.

4. Проанализировать существующие модели реабилитационных центров и их применимость к условиям г. Донецка.

Эффективное функционирование системы здравоохранения любой страны невозможно без развитой системы реабилитации. За последние годы значительно увеличилось число людей, нуждающихся в длительном и комплексном медицинском восстановлении. Поврежденная инфраструктура, дефицит ресурсов и масштабы гуманитарной катастрофы в пострадавших регионах, таких как Донецк, создают существенные препятствия для оказания своевременной и качественной медицинской помощи и реабилитации.

В этих условиях первостепенное значение приобретает создание современных лечебно-реабилитационных центров, отвечающих высоким стандартам качества и доступности для пострадавшего населения. Многие существующие учреждения не в состоянии обеспечить комплексный подход к реабилитации, включая создание комфортной и стимулирующей среды, способствующей физическому и психоэмоциональному восстановлению пациентов. Необходимо создавать центры, способствующие социальной и профессиональной реинтеграции пострадавших в обществе.

В условиях текущей ситуации в Донецке остро стоит вопрос обеспечения доступной и качественной реабилитации не только для взрослых, но и для детей и подростков. Психологическая травма, физические

повреждения и социальная дезадаптация требуют комплексного подхода и специализированных учреждений, отвечающих современным стандартам доступности и эффективности. Настоящая статья рассматривает актуальность проектирования и строительства реабилитационных центров в г. Донецке, анализируя существующие потребности и перспективы развития данной сферы, ссылаясь на планируемый новый центр и действующие нормативные документы, регламентирующие создание доступной среды.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Необходимость реабилитации для жителей Донецка и участников СВО обусловлена несколькими факторами.

Во-первых, значительное увеличение числа людей с различными травмами, от лёгких до тяжелейших, требующих длительного лечения и восстановительных процедур. Эти травмы носят не только физический, но и психоэмоциональный характер. Ранения, ожоги, контузии, посттравматическое стрессовое расстройство (ПТСР) – лишь часть спектра повреждений, требующих специализированной реабилитации [1].

Во-вторых, поврежденная инфраструктура здравоохранения в Донецке существенно ограничивает доступ к необходимой медицинской помощи и реабилитационным услугам [2]. Даже при наличии финансирования и программ поддержки, таких как государственные программы обеспечения техническими средствами реабилитации (ТСР) и упрощенного порядка оформления индивидуальных программ реабилитации и абилитации, доставка и обеспечение качественных услуг в текущих условиях представляет собой серьезную проблему [3].

В-третьих, реабилитация участников СВО и жителей Донецка требует комплексного подхода, включающего медицинскую, психологическую и социальную составляющие. Медицинская реабилитация направлена на восстановление физических функций, психологическая – на преодоление травматического опыта и адаптацию к жизни, социальная – на интеграцию в общество и возвращение к продуктивной деятельности. Программы перед подготовки и трудоустройства, направленные на социальную адаптацию инвалидов СВО, являются неотъемлемой частью процесса восстановления. Таким образом, необходимость в реабилитационных центрах в Донецке диктуется не только количеством пострадавших, но и масштабом разрушений, сложностью последствий конфликта и потребностью в комплексном подходе к восстановлению здоровья и социальной адаптации.

В Российской Федерации актуальной задачей является проектирование и строительство реабилитационных центров, интегрирующих лечение и реабилитацию. Существующая практика раздельного оказания медицинской помощи и восстановительных мероприятий в различных учреждениях создаёт риски задержки или отсутствия необходимой реабилитации для юных пациентов. Для оптимизации

процесса целесообразно создание единых лечебно-реабилитационных комплексов.

Ключевым аспектом проектирования таких комплексов является создание благоприятной среды, способствующей эффективному восстановлению как взрослых, так и детей и подростков, проходящих длительную реабилитацию. Для достижения комфортной и дружественной архитектурной среды необходимо учитывать три основных компонента:

1. Внешнюю среду: ландшафтный дизайн, включая открытые игровые площадки и парковые зоны, формирующие благоприятный экстерьер.

2. Внутреннюю среду: дизайн интерьеров, функциональное зонирование и наполнение пространства, обеспечивающие комфортное пребывание пациентов.

3. Интегрированную среду: гармоничное сочетание внешних и внутренних элементов, создающее целостное и комфортное пространство.

В Московском государственном строительном университете были проведены исследования, направленные на разработку объемно-планировочного решения экспериментального проекта реабилитационного учреждения для детей, с учетом влияния средовых факторов на процесс реабилитации. Целью исследования являлось изучение влияния средовых факторов на объемно-планировочное решение лечебно-реабилитационного комплекса и психоэмоциональное состояние юных пациентов, а также анализ зарубежного опыта в данной области. В результате разработан типологический ряд функциональных схем объемно-планировочных решений в зависимости от внешних и внутренних средовых факторов, и спроектировано экспериментальное здание лечебно-реабилитационного комплекса, учитывающее влияние указанных факторов [4, с. 127].

Влияние внешних средовых факторов на объемно-планировочное решение лечебно-реабилитационного комплекса:

1. Климатические условия: разнообразие климатических зон Российской Федерации обуславливает необходимость индивидуального подхода к проектированию, исключая применение типовых проектов для различных климатических поясов. Архитектурные решения должны учитывать специфические особенности каждого региона, в том числе температурно-влажностные характеристики.

2. Ветровая нагрузка: сила и направление ветра оказывают существенное влияние на конфигурацию здания. В районах с сильными ветрами рекомендуется проектирование сложных форм, минимизирующих воздействие ветра и обеспечивающих максимальное использование территории. В районах со слабыми ветрами применение сложных форм может быть нецелесообразно.

3. Солнечная ориентация: оптимальная ориентация помещений по сторонам света играет важную роль в обеспечении комфорта пациентов и рационального использования естественного освещения, что особенно актуально для размещения отделений лечебно-реабилитационного центра.

4. Солнцезащита: в южных регионах необходимо предусматривать эффективные системы солнцезащиты для предотвращения перегрева помещений.

5. Шумовая защита: для минимизации воздействия внешнего шума комплекс должен быть расположен на удалении от автомагистралей, железных дорог и промышленных зон. Проектирование должно учитывать акустические характеристики окружающей среды.

Влияние внутренних средовых факторов на объемно-планировочное решение лечебно-реабилитационного комплекса:

1. Микроклимат, акустика и освещение: особое внимание следует уделить созданию оптимального микроклимата, обеспечивающего комфортные температуру и влажность, а также снижению уровня шума и обеспечению качественного освещения. Эти факторы должны быть тщательно проанализированы на этапе проектирования.

2. Цветовое решение: использование цвета как средства ориентации (выделение зон и маршрутов движения), создания определенного эмоционального настроя (стимулирующего или расслабляющего эффекта), а также важного элемента игрового пространства для детей является важным аспектом дизайна.

3. Материалы и освещение: применение натуральных материалов, максимальное использование естественного освещения, рациональное зонирование и эргономичные маршруты внутри учреждения способствуют улучшению психоэмоционального состояния пациентов.

4. Возрастные особенности: проектирование должно учитывать потребности детей разных возрастных групп, обеспечивая комфортное пребывание в лечебно-реабилитационном комплексе.

На сегодняшний день уже запущено несколько проектов реабилитационных центров в Донецке. Появление нового детского реабилитационного центра в Донецке, анонсированное уполномоченным при Президенте РФ по правам ребенка Марией Львовой-Беловой, является важным шагом в направлении улучшения положения детей [5]. Планируется, что центр будет оказывать помощь не только детям с физическими травмами, но и тем, кто нуждается в психологической поддержке и социальной адаптации. Это подтверждается планами строительства современного детского реабилитационного центра весной следующего года, который будет оказывать помощь пострадавшим детям, а также детям, имеющим патологии и инвалидность. Данное решение подчеркивает актуальность создания специализированных учреждений, способных обеспечить комплексную реабилитацию детей с различными потребностями.

Реабилитационные центры представляют собой специализированные учреждения, предназначенные для восстановления здоровья, психологического и социального благополучия людей и тех, кто нуждается в послелечебном уходе или восстановительном лечении после травм или заболеваний. В зависимости от профиля центры могут специализироваться на лечении определенных заболеваний или групп заболеваний. В контексте ситуации в Донецке особенно важны центры, ориентированные на реабилитацию детей и взрослых, включая психологическую и социальную адаптацию.

Проектирование подобных центров должно строго соответствовать нормативным документам, гарантирующим доступность для маломобильных групп населения. Среди ключевых документов, регламентирующих проектирование и строительство доступной среды, следует выделить приказ Минздрава России от 31.07.2020 № 788н «Об утверждении Порядка организации медицинской реабилитации взрослых» [6], а также СП 149.13330.2012. «Реабилитационные центры для детей и подростков с ограниченными возможностями здоровья: правила проектирования» [7], в которых отражены основные правила реализации реабилитационных центров. Эти документы устанавливают требования к архитектурным решениям, инженерным системам и использованию специальных средств для обеспечения безопасного и комфорtnого пребывания людей с ограниченными возможностями здоровья в зданиях и сооружениях.

Ещё одним примером успешного создания реабилитационного центра стал проект адаптации Донецкого детского реабилитационного центра им. Св. Луки (ДРЦ) на 120 коек. Он направлен на обеспечение беспрепятственного доступа и комфорtnого пребывания маломобильных групп населения (МГН), в первую очередь, людей с ограниченными возможностями зрения и передвижения. Проект учитывает действующие строительные нормы и правила, а также ГОСТ Р 51261–2017.

Ключевые элементы проекта:

- Удобные пути движения: предусмотрены два входа (центральный и через приемное отделение) с выделенными маршрутами для МГН (группа мобильности M4) от входа до вестибюля первого этажа. Возможно сопровождение сотрудниками.

- Тактильная и звуковая информация: в вестибюлях установлены тактильные и звуковые мемосхемы, помогающие ориентироваться в здании. Дополнительный тактильный информационный терминал «Tactile-VERT-1(43) V» с видеокамерами обеспечит дополнительную информацию.

- Тактильные указатели: все тактильные указатели (ТНУ) выполнены в контрастных цветах (желтый на темном фоне, черный на светлом) для лучшей видимости слабовидящими.

- Эргономичные поручни: установлены поручни круглого сечения диаметром 30 мм (для детей) с травмобезопасными окончаниями, обеспечивающими удобство и безопасность передвижения в уборных и коридорах [8].

В целом, проект фокусируется на создании безопасной, информативной и удобной среды для МГН в ДРЦ, обеспечивая их самостоятельное передвижение и доступ ко всем услугам центра.

Таким образом, в ходе изучения особенностей проектирования и строительства реабилитационных центров в Донецке было выявлено несколько ключевых причин, подтверждающих актуальность развития данного направления. Среди причин актуальности можно выделить:

1. Масштабное увеличение числа пострадавших: события последних лет привели к значительному росту числа людей с физическими (травмы, ожоги) и психоэмоциональными (ПТСР, депрессия) травмами.

мами, требующими длительной и комплексной реабилитации. Это касается как взрослых, так и детей и подростков.

2. Разрушение инфраструктуры здравоохранения: существующая медицинская инфраструктура Донецка значительно повреждена, что ограничивает доступ к необходимой медицинской помощи и реабилитационным услугам, даже при наличии государственных программ поддержки, таких как обеспечение техническими средствами реабилитации (TCP).

3. Необходимость комплексного подхода: реабилитация в Донецке требует комплексного подхода, включающего медицинскую, психологическую и социальную составляющие, с акцентом на социальную и профессиональную реинтеграцию пострадавших. Существующие учреждения часто не способны обеспечить такой комплексный подход.

4. Отсутствие специализированных учреждений для детей: особо остро стоит вопрос создания специализированных реабилитационных центров для детей, учитывая специфику детских травм и потребность в игровой терапии и комфортной среде.

ВЫВОДЫ

В ходе исследования, направленного на разработку рекомендаций по проектированию и строительству реабилитационного центра в Донецке с учетом текущей ситуации и ограниченных ресурсов, были получены следующие результаты. Анализ потребностей населения, проведенный на основе данных СМИ [5], выявил острую нехватку качественных реабилитационных услуг. Масштабное увеличение числа людей с физическими и психоэмоциональными травмами [1, 2], совместно с разрушением существующей медицинской инфраструктуры, подтверждает актуальность данного направления. Необходимость комплексного подхода к реабилитации, включающего медицинскую, психологическую и социальную составляющие, особенно для детей [5], также была подтверждена. Отсутствие специализированных учреждений для детей, способных обеспечить комфортную среду, является серьезной проблемой [7].

Анализ ситуации показал, что на сегодняшний день в Донецке активно ведутся работы по созданию и развитию реабилитационных центров. В качестве примеров можно привести анонсированный проект нового детского реабилитационного центра [5], направленного на помощь детям с физическими и психологическими травмами, а также проект адаптации Донецкого детского реабилитационного центра им. Св. Луки [8], ориентированный на обеспечение доступности для маломобильных групп населения. Эти инициативы свидетельствуют о признании важности проблемы на государственном уровне и стремлении к созданию качественной и доступной системы реабилитации, включающей как новые центры, так и модернизацию существующих. Эти проекты учитывают необходимость комплексного подхода, включая обеспечение доступной среды и инклюзивность.

В заключение, представленное исследование подтверждает острую необходимость развития реабилитационной инфраструктуры в Донецке. Анализ

существующих инициатив показывает направление развития в этой области и служит основой для разработки дальнейших рекомендаций по проектированию и строительству реабилитационных центров, учитывая специфику постконфликтного региона. Дальнейшие исследования могут быть направлены на детализацию оптимальных моделей центров, разработку поэтапного плана реализации и анализ их эффективности в реальных условиях. Кроме того, необходимо продолжить мониторинг потребностей населения и адаптировать проекты реабилитационных центров к изменяющимся условиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Медицинское обеспечение и реабилитация участников СВО: что нужно знать: [Электронный ресурс] // Федеральный центр набора добровольцев. – URL: <https://доброволец-центр.рф/blog/medicinskoe-obespechenie-i-reabilitaciya-uchastnikov-svo> (дата обращения: 20.03.2025).
2. Реабилитация участников СВО после ранения: порядок предоставления в медорганизации: [Электронный ресурс] // ZDRAV.RU – Портал информационной поддержки специалистов медицинских учреждений. – 25.02.2025. – URL: <https://www.zdrav.ru/articles/4293666748-kak-realizuetsya-reabilitatsiya-uchastnikov-svo-posle-raneniya-24-m12-09> (дата обращения: 18.04.2025).
3. Рылова, Э. Какие льготы положены участникам СВО, ставшим инвалидами? // Парламентская газета [Электронный ресурс]. – 07.02.2024. – URL: <https://www.pnp.ru/politics/kakie-lgoty-polozheny-uchastnikam-svo-stavshim-invalidami.html> (дата обращения: 20.03.2025).
4. Трофимова, Т. Е. Факторы, влияющие на проектирование комплексного лечебно-реабилитационного центра // Инновации и инвестиции. – 2018. – № 11. – С. 127–129. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/faktory-vliyayuschie-na-proektirovaniye-kompleksnogo-lechebno-reabilitatsionnogo-tsentra> (дата обращения: 21.04.2025).
5. Бадалова, Т. В Донецке появится передовой центр реабилитации детей // Комсомольская правда. – 10.04.2023. – URL: <https://www.donetsk.kp.ru/daily/27488/4746113/> (дата обращения: 10.03.2025).
6. Об утверждении Порядка организации медицинской реабилитации взрослых: приказ Минздрава России от 31.07.2020 № 788н (ред. от 07.11.2022) // Официальный интернет-портал правовой информации. – 2020. – Зарегистрировано в Министерстве России 25.09.2020 № 60039.
7. Реабилитационные центры для детей и подростков с ограниченными возможностями здоровья: правила проектирования: СП 149.13330.2012 (взамен СП 149.13330.2012) / с изм. № 1. – Москва, 2013. – 52 с. – (Свод правил). – Дата введения 01.07.2013.
8. Проект адаптации ДРЦ г. Донецк: [Электронный ресурс] // Тифлоцентр. – URL: <https://project.tiflocentre.ru/>

- our-work/adaptaciya-drc-doneck.html (дата обращения: 14.04.2025).
9. Guidelines for Design and Construction of Hospital and Health Care Facilities / Academy of Architecture for Health, American Institute of Architects. – USA, 2006. – Section Planning, Design and Construction. – 28 p.
 10. Conversion and extension of regional hospital, Furstenfeld, Styria: Regional Hospital (Facade, Floor Plans) // The Architectural Review. – 2002. – № 3. – C. 56–58.
 11. Berenson Emergency Department. Expansion and Renovation [Электронный ресурс] // American Institute of Architects; Academy of Architecture for Health. – AIArchitect. – Journal Archives: November 2002. – P. 1–2: ill. – Режим доступа: <http://aia.org> (дата обращения: .2025).
 12. Chefurka T., Shaggs R. Concepts in Flexibility in Healthcare Facility Planning, Design, and Construction [Электронный ресурс] // American Institute of Architects; Academy journal. – AIArchitect. – 2002. – Oct. 28. – Режим доступа: <http://aia.org> (дата обращения: .2025).
 13. Hicks S. Worcester Medical Center: a new model of Integrated Healthcare Services [Электронный ресурс] // American Institute of Architects; Academy journal. – Journal Archives: November 2000. – Режим доступа: <http://aia.org> (дата обращения: .2025).
 14. Nagasawa Y. Status and Perspective of Hospital Architecture in Japan. New Development of the University of Tokyo Teaching Hospital Project [Электронный ресурс] // American Institute of Architects; Academy journal. – Journal Archives: November 2008. – P. 1–8. – Режим доступа: <http://aia.org> (дата обращения: .2025).
 15. Шолух, Н. В. Проектирование и строительство для нужд маломобильных групп населения как одно из значимых направлений в теории и практике современной архитектуры и градостроительства: опыт Донбасской научной школы / Н. В. Шолух // Строитель Донбасса. – 2019. – Выпуск 1–2019. – С. 38–46. – ISSN 2617–1848. – URL: <https://strdon.donnasa.ru/?p=838> (дата обращения: 14.04.2025).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Черныш Марина Александровна – кандидат архитектуры, доцент кафедры «Архитектурное проектирование и дизайн архитектурной среды» Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: проблемы регенерации культурно-исторической среды в зонах тяготения крупных промышленных предприятий.

Баркалова Екатерина Игоревна – ассистент кафедры архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: педагогика высшей школы.

Хухрянская Карина Михайловна – студентка 2-го курса магистратуры архитектурного факультета, кафедры архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: педагогика высшей школы.

Шматова Диана Сергеевна – студентка 2-го курса магистратуры архитектурного факультета, кафедры архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: архитектурное проектирование и дизайн архитектурной среды.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Chernysh Marina A. – Ph. D. (Arch.), Associate Professor, Department of Architectural Design and Architectural Environment Design, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: issues of cultural and historical environment regeneration in areas influenced by large industrial enterprises.

Barkalova Ekaterina I. – Assistant at the Department of Architectural Design and Architectural Environment Design, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: higher education pedagogy.

Khukhryanskaya Karina M. – Second-year master's student at the Faculty of Architecture, Department of Architectural Design and Architectural Environment Design, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: higher education pedagogy.

Shmatova Diana S. – Second-year master's student at the Faculty of Architecture, Department of Architectural Design and Architectural Environment Design, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: architectural design and architectural environment design.

REFERENCES

1. Berenson Emergency Department. Expansion and Renovation [Online] // American Institute of Architects; Academy of Architecture for Health. – AIArchitect. Journal Archives: November 2002. – pp. 1–2. – Available at: <http://aia.org> (Accessed: 20 March 2025).
2. Chefurka, T. and Shaggs, R., 2002. Concepts in Flexibility in Healthcare Facility Planning, Design, and Construction [Online]. In: AIArchitect. [n.p.J. Available at: <http://aia.org> (Accessed: 18 April 2025).
3. Conversion and extension of regional hospital, Furstenfeld, Styria: Regional Hospital (Facade, Floor Plans), 2002. The Architectural Review, (3), pp. 56–58.
4. Federal Recruitment Center, 2025. Medical Support and Rehabilitation of Participants of the Special Military Operation: What You Need to Know [Online]. Available at: <https://доброволец-центр.рф/blog/medicinskoe-obespechenie-i-reabilitatsiya-uchastnikov-svo> (Accessed: 20 March 2025).
5. Guidelines for Design and Construction of Hospital and Health Care Facilities, 2006 / Academy of Architecture for Health, American Institute of Architects. USA. Section: Planning, Design and Construction. 28 p.
6. Hicks, S., 2000. Worcester Medical Center: a new model of Integrated Healthcare Services [Online]. In: AIArchitect. [n.p.J. Available at: <http://aia.org> (Accessed: .2025).

7. Ministry of Health of the Russian Federation, 2020. Order No. 788n dated 31.07.2020 on Approval of the Procedure for Organization of Medical Rehabilitation for Adults (as amended on 07.11.2022). Registered in the Ministry of Justice of Russia, 25 September 2020, No. 60039.
8. Nagasawa, Y., 2008. Status and Perspective of Hospital Architecture in Japan. New Development of the University of Tokyo Teaching Hospital Project [Online]. In: AIArchitect. [n.p.]. pp. 1–8. Available at: <http://aia.org> (Accessed: 14 April.2025).
9. Rehabilitation centers for children and adolescents with limited health opportunities: design guidelines: SP 149.13330.2012 (supersedes SP 149.13330.2012) / with Amendment No. 1. Moscow, 2013. 52 p. (Rules Collection). Effective from 01.07.2013.
10. Ryllova, E., 2024. Benefits for participants of the special military operation who have become disabled [Online]. Parlamentskaya Gazeta, 07 February. Available at: <https://www.pnp.ru/politics/kakie-lgoty-polozheny-uchastnikam-svo-stavshim-invalidami.html> (Accessed: 20 March 2025).
11. Sholukh, N.V., 2019. Design and construction for people with reduced mobility as one of the key directions in modern architecture and urban planning: Experience of the Donbass scientific school / N. V. Sholukh // The Builder of Donbass, Issue 1–2019, pp. 38–46. ISSN 2617–1848. Available at: <https://strdon.donnasa.ru/?p=838> (Accessed: 14 April 2025).
12. Tiflocenter, 2025. Project of adaptation of the Children's Rehabilitation Center in Donetsk [Online]. Available at: <https://project.tiflocentre.ru/our-work/adaptaciya-drc-doneck.html> (Accessed: 14 April 2025).
13. Trofimova, T.E., 2018. Factors affecting the design of an integrated medical and rehabilitation center. Innovatsii i investitsii, (11), pp. 127–129. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/faktory-vliyayuschie-na-proektirovanie-kompleksnogo-lechebno-reabilitatsionnogo-tsentra> (Accessed: 21 April 2025).
14. Tyumen State Medical University, 2025. Medical care to participants of the special military operation. [Online]. Available at: <https://zdrav.ru/articles/4293666748-kak-realizuetsya-reabilitatsiya-uchastnikov-svo-posle-raneniya-24-m12-09> (Accessed: 18 April 2025).
15. Bodalyova, T., 2023. Advanced rehabilitation center for children will open in Donetsk. Komsomolskaya Pravda, 10 April. Available at: <https://www.donetsk.kp.ru/daily/27488/4746113/> (Accessed: 10 March 2025).

Статья поступила в редакцию 29.04.2025; одобрена после рецензирования 16.05.2025; принята к публикации 23.05.2025.

The article was submitted 29.04.2025; approved after reviewing 16.05.2025; accepted for publication 23.05.2025.

Строитель Донбасса. 2025. Выпуск 2–2025 С. 46–54. ISSN 2617–1848 (print)
The Builder of Donbass. 2025. Issue 2–2025. P. 46–54. ISSN 2617–1848 (print)

Научная статья

УДК 72.055

doi: 10.71536/sd.2025.2c31.7

ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И НАПРАВЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ КУЛЬТУРНО-ДОСУГОВЫХ ЦЕНТРОВ

Марина Александровна Черныш¹, Екатерина Игоревна Баркалова²,

Карина Михайловна Хухрянская⁴, Диана Сергеевна Шматова³

^{1,2,3,4}Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия,

¹m.a.chernysh@donnasa.ru, ²e.i.barkalova@donnasa.ru,

³svirkina.k.m-ar-42v@donnasa.ru, ⁴kartamysheva.d.s-ar-42v@donnasa.ru

Аннотация. Статья посвящена модернизации культурно-досуговых центров с акцентом на международную практику проектирования и ее адаптацию к условиям Донбасса. Обосновывается необходимость трансформации культурной инфраструктуры региона в свете изменяющихся потребностей общества. Рассматриваются ключевые элементы успешной модернизации, такие как интеграция современных технологий, создание многофункциональных пространств и принципы экологичного развития. Особое внимание уделяется международным проектам, которые могут быть адаптированы к специфике региона. Анализ примеров успешных инициатив из других стран демонстрирует подходы для повышения доступности культурных услуг. Анализ практических примеров из стран с успешными инициативами в области модернизации культурных центров демонстрирует возможные подходы и решения, которые могут быть использованы для повышения доступности и привлекательности культурных услуг. Подводятся итоги о возможности применения международного опыта для достижения целей развития культурно-досуговых учреждений в Донбассе, а также предлагаются рекомендации для будущих проектных инициатив в регионе. Формулируются рекомендации по применению международного опыта в развитии культурно-досуговых учреждений, что делает статью ценным ресурсом для специалистов в области культуры, архитектуры и городского планирования.

Ключевые слова: модернизация, культурно-досуговые центры, прогрессивные тенденции, международная практика, проектирование, адаптация, города Донбасса, культурная инфраструктура, современные технологии, многофункциональные пространства, экологичное развитие, культурные инициативы, сообщество, досуг, архитектура и планирование

Original article

PROGRESSIVE TRENDS AND DIRECTIONS IN THE MODERNIZATION OF CULTURAL AND LEISURE CENTERS

Marina A. Chernysh¹, Ekaterina I. Barkalova²,

Karina M. Khukhryanskaya³, Diana S. Shmatova⁴

^{1,2,3,4}Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia,

¹m.a.chernysh@donnasa.ru, ²e.i.barkalova@donnasa.ru,

³svirkina.k.m-ar-42v@donnasa.ru, ⁴kartamysheva.d.s-ar-42v@donnasa.ru

Abstract. This article is devoted to the modernization of cultural and leisure centers. It focuses on international design practices and its adaptation to the conditions of Donbass region. It substantiates the necessity of transforming the region's cultural infrastructure based on evolving societal needs. Main key elements of successful modernization are examined. It includes the integration of modern technologies, the creation of multifunctional spaces, and principles of sustainable de-

© Черныш М. А., Баркалова Е. И., Шматова Д. С., Хухрянская К. М., 2025



Черныш
Марина Александровна



Баркалова
Екатерина Игоревна



Хухрянская
Карина Михайловна



Шматова
Диана Сергеевна

development. Special attention paid to international projects that can be adapted to the specific conditions of the region.

An analysis of successful initiatives from other countries demonstrates approaches for enhancing the accessibility and quality of cultural services. Practical examples from countries with advanced cultural center modernization programs illustrate possible strategies and solutions that could be applied for improving the availability and appeal of cultural offerings in Donbass.

The research concludes with an assessment of the potential for applying international experience to achieve development aims for cultural and leisure facilities in the region. Recommendations for future design initiatives in the area are proposed. The article's authors are giving practical suggestions for utilizing global best methods in the development of cultural and leisure centers, making it a valuable resource for professionals in the fields of culture, architecture, and urban planning.

Keywords: modernization, cultural and leisure centers, progressive trends, international practice, design, adaptation, Donbass cities, cultural infrastructure, modern technologies, multifunctional spaces, sustainable development, cultural initiatives, community, leisure, architecture and planning

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

В последние десятилетия культурно-досуговые центры стали важными элементами городской инфраструктуры, способствующими социализации и самовыражению населения. Однако в условиях динамично меняющегося социального и культурного контекста такая инфраструктура сталкивается с серьезными вызовами. Донбасс, как территория, переживающая социально-экономические и политические изменения, требует особого подхода к модернизации своих культурных пространств.

Несоответствие традиционных форматов культурно-досуговых учреждений современным потребностям общества выявляет необходимость трансформации. В этом контексте возникают вопросы об эффективности существующих моделей проектирования и возможностях их адаптации к уникальным условиям городов Донбасса. Мировая практика демонстрирует разнообразие подходов к модернизации культурных центров, но многие из них требуют глу-

бокого анализа и локализации для успешной реализации в специфических культурных и социальных условиях региона.

Таким образом, проблема заключается в необходимости выявления и адаптации прогрессивных тенденций модернизации культурно-досуговых учреждений на основе международного опыта. Это позволит не только улучшить качество предоставляемых культурных услуг, но также будет способствовать сглаживанию социального напряжения и интеграции разнообразных слоев населения в культурную жизнь региона. Успешная реализация таких инициатив может стать катализатором для устойчивого развития Донбасса, создавая новые возможности для взаимодействия и культурного обмена.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Культурно-досуговые учреждения становятся важными центрами сосредоточения общественной активности, обмена идеями и культурными практиками, а также формирования сообществ. Модернизация таких учреждений представляет собой не только необходимость обновления физической инфраструктуры, но и осмысление их роли в контексте социального взаимодействия и культурного самовыражения.

В период обновления и развития Донбасса, особое внимание следует уделять адаптации международного опыта проектирования культурных пространств. В разных странах наблюдаются прогрессивные тенденции, такие как создание многофункциональных культурных центров, использование современных технологий и экологически устойчивых решений, а также вовлечение местных сообществ в процесс принятия решений. Эти инициативы способствуют не только улучшению доступности культурных услуг, но и их актуальности для нарастающего разнообразия интересов и потребностей населения.

Теоретические основы культурно-досуговых центров, их функции, виды и особенности

Культурно-досуговые центры играют важную роль в жизни общества, служа площадкой для различных видов деятельности и предоставляя разнообразные услуги. Они объединяют людей и способствуют развитию культурной жизни в городах и регионах. Учреждения сферы культуры, индустрия гостеприимства и органы власти формируют «естественный» маркетинговый

альянс, заинтересованный в продвижении на мировом и внутреннем туристских рынках. С точки зрения управления развитием культурного туризма на территории целесообразно рассмотреть направления и формы взаимодействия местных органов власти, учреждений культуры и турфирм; взаимодействие турфирм с общественными организациями культуры [2]. Одной из ключевых функций этих учреждений является организация досуга и досуговых мероприятий, которые могут включать в себя театральные представления, киносеансы, выставки, концерты и мастер-классы. Эти мероприятия не только развлекают жителей, но и обогащают их культурный опыт, создавая возможности для самовыражения и творчества.

Культурно-досуговые учреждения бывают разных видов и форматов, начиная от небольших домов культуры в населенных пунктах и до крупных многофункциональных центров в городах. Некоторые из них фокусируются на определенных аспектах культуры, таких как искусство, музыка или ремесло, в то время как другие предлагают широкий спектр услуг, включая образовательные программы, спортивные мероприятия и социальные услуги. Современные культурно-досуговые организации адаптируются к потребностям сообщества, в том числе предоставляя пространства для встреч и обсуждений, что становится особенно актуальным в условиях изменений и вызовов, с которыми сталкиваются города.

Яркой особенностью современных учреждений является их стремление к уникальности и доступности. Важно, чтобы их услуги были доступны для различных групп населения, включая молодежь, пожилых людей и людей с ограниченными возможностями. Создание удобной и дружелюбной атмосферы, а также возможность участия различных слоев общества в культурной жизни, способствуют укреплению социальных связей и формированию единства в разнообразии. Соответственно, возрастает значение специально организованной культурно-досуговой деятельности, формирующей разумные запросы у ее участников и ориентирующей их в универсуме досуговых увлечений [3].

Центры досуговой деятельности также служат местом для формирования местной истории и культуры, поддерживая традиции и создавая новые культурные формы. Это важный фактор, способствующий укреплению общественного уклада и социальной сплоченности. Культурно-досуговые учреждения становятся не только пространствами для отдыха и развлечения, но и центрами развития, где жители могут находить поддержку, возможность для обучения и саморазвития. В итоге, такие организации становятся неотъемлемой частью социальной инфраструктуры, влияя на качество жизни в городах и обеспечивая важную платформу для культурного обмена и взаимодействия.

Прогрессивные тенденции модернизации культурно-досуговых центров

Модернизация культурно-досуговых центров в последние годы приобретает особую значимость в условиях динамично меняющегося общества. Эти учреждения становятся важными не только как места для проведения мероприятий, но и как центры соци-

альной активности и культурного обмена. Одной из прогрессивных тенденций в их модернизации является стремление к созданию многофункциональных пространств, способных удовлетворить разнообразные потребности местного сообщества. В современных КДЦ можно увидеть интеграцию различных видов деятельности, включая образовательные, культурные и развлекательные услуги. Это позволяет привлечь разную аудиторию и создать условия для межкультурных взаимодействий.

Другой важный аспект модернизации заключается в использовании современных технологий. Внедрение цифровых решений и мультимедийных форматов существенно изменяет подход к организации мероприятий и взаимодействию с посетителями. Электронные расписания, онлайн-регистрация на мероприятия, виртуальные выставки и трансляции позволяют расширить доступность культурных услуг, делая их более привлекательными для молодежи и людей с активным образом жизни. Интерактивные экспонаты, виртуальная и дополненная реальность, а также мобильные приложения расширяют возможности обучения и взаимодействия с посетителями [1]. Кроме того, новые технологии способствуют созданию интерактивной среды, в которой посетители могут не только потреблять культурный продукт, но и активно участвовать в его создании.

Ключевой тенденцией также становится *фокус на уникальности и доступности*. Важность создания пространств, доступных для всех групп населения, нельзя недооценивать. Проектирование культурных центров с учетом потребностей людей с ограниченными возможностями, организация мероприятий, ориентированных на различные возрастные и социальные группы, способствуют созданию гармоничной и открытой культурной среды. Эта стратегия не только улучшает качество жизни в сообществе, но и способствует укреплению социальных связей, толерантности и взаимопонимания.

В современном проектировании культурно-досуговых центров активно применяются прогрессивные тенденции, отражающие потребности общества и новые подходы в организации культурного пространства (рис. 1). Целенаправленное проектирование и строительство новых культурно-досуговых центров ориентируется на создание многофункциональных пространств, которые могут легко адаптироваться под различные виды деятельности.

Использование помещений или зданий другого функционального назначения позволяет эффективно задействовать уже существующую инфраструктуру, преобразовывая её в современное культурное пространство, что способствует снижению затрат и быстрому запуску проектов. *Рефункционализация помещений одного здания под культурно-досуговые цели*, таких как старые фабрики или цеха, помогает сохранить историческое наследие, придавая новым функциям современный контекст. Кроме того, проектирование и строительство маломасштабных культурно-досуговых центров становится всё более актуальными, предоставляя возможность создания локальных культурных пунктов, которые способствуют развитию социальной активности и взаимодействия

2.3

**Прогрессивные тенденции и направления в области модернизации
культурно-досуговых центров**

16

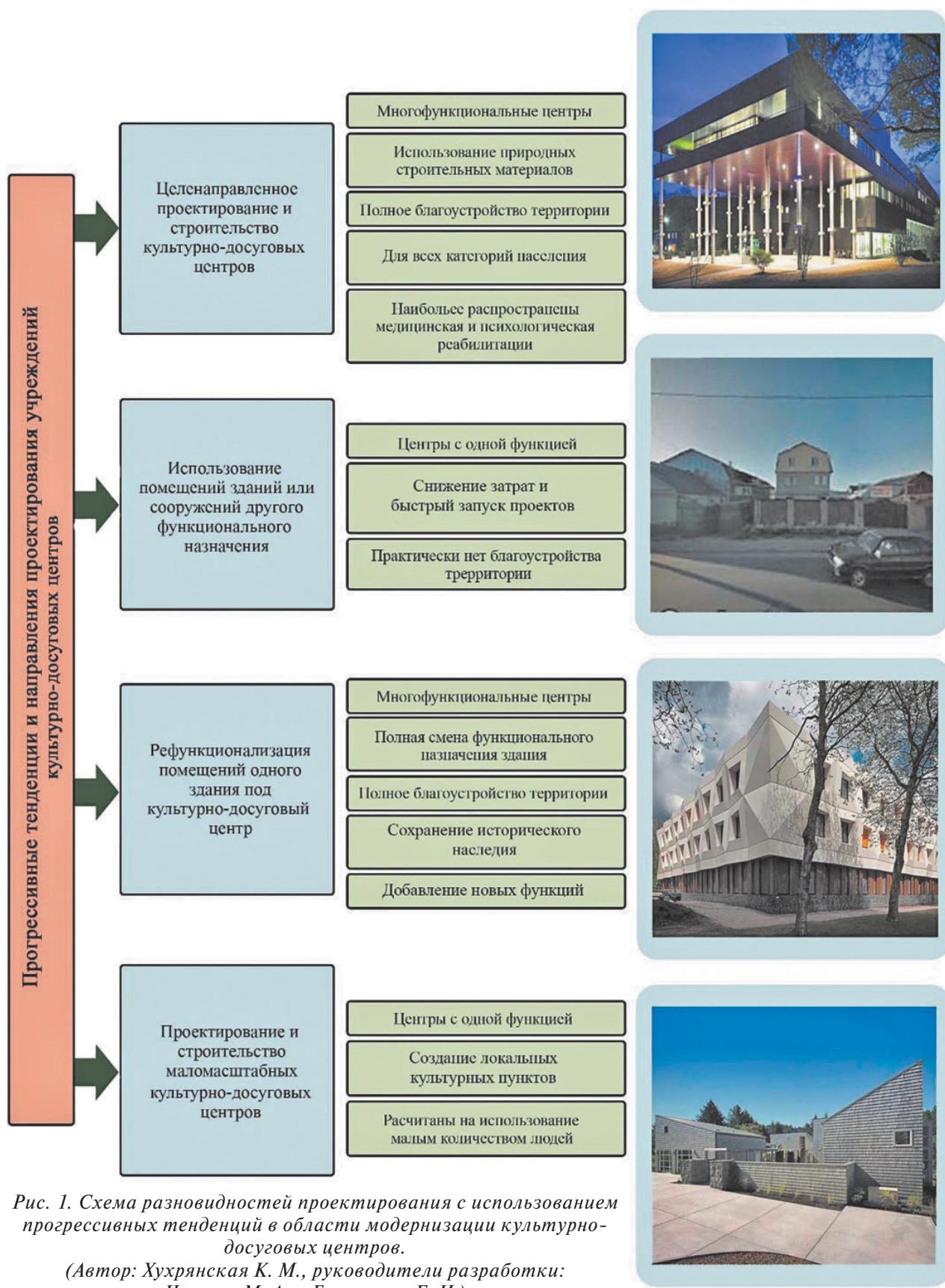


Рис. 1. Схема разновидностей проектирования с использованием прогрессивных тенденций в области модернизации культурно-досуговых центров.

*(Автор: Хухрянская К. М., руководители разработки:
Черныш М. А. и Баркалова Е. И.)*

в сообществе на микроуровне. Все эти подходы демонстрируют стремление к созданию эффективной и доступной культурной среды, способствующей культурному обмену и творческому самовыражению.

Новые форматы и концепции культурно-досуговых центров. Многофункциональные пространства, культурные кластеры и креативные хабы

Современные культурно-досуговые центры становятся важными центрами социальной активности и культурного обмена, стремясь удовлетворить разнообразные потребности населения. Одним из наиболее заметных трендов в этой сфере является концепция многофункциональных пространств. Такие центры объединяют в себе различные виды досуга, сочетая, например, кинотеатр, выставочную галерею, кафе и даже спортивные залы. Это создает уникальную возможность для посетителей наслаждаться разными видами отдыха в одном месте, что делает культурно-досуговый центр привлекательным для широкой аудитории. Многофункциональность таких учреждений положительно сказывается не только на посещаемости, но и на социальной активности местного сообщества. Громкие события, выставки и кинопоказы, проходящие в этих центрах, становятся площадками для общения, обмена мнениями и формирования новых знакомств, что способствует созданию активного культурного пространства.

Другое значительное направление развития культурно-досуговых центров связано с концепцией культурных кластеров и креативных хабов. Культурные кластеры представляют собой объединения различных культурных и творческих организаций, работающих в одной географической зоне и направленных на совместное развитие и реализацию проектов. Эти пространства обеспечивают взаимодействие между художниками, предпринимателями и культурными учреждениями, что в свою очередь способствует обмену идеями и ресурсами. Примеры успешных проектов культурных хабов можно найти как в России, так и за рубежом. В Москве, например, такие места, как «Винзавод» и «Гараж», стали центрами современного искусства и культуры, привлекающими внимание не только местных жителей, но и туристов. За пределами России креативные хабы в таких городах, как Берлин или Лондон, демонстрируют, как интеграция культурных инициатив в городскую среду может привести к значительному социальному и экономическому развитию.

Эти новые форматы и концепции культурно-досуговых центров отражают изменяющееся восприятие культурных пространств. Они становятся не просто местами для развлечений, а центрами, способствующими развитию сообществ и творческой активности. Важно отметить, что такой подход не только отвечает на актуальные вызовы, но и создает условия для устойчивого культурного и социального роста в быстро меняющемся мире.

Успешная модернизация и проектирование культурно-досуговых центров в международной практике представляют собой интересный пример эффективной адаптации старых пространств и внедрения новых концепций для удовлетворения потребностей современного общества.

1) В США крупные города, такие как Нью-Йорк, активно используют брошенные здания для создания культурных хабов. Примером может служить **«High Line»** – преобразованный надземный железнодорожный путь, превратившийся в популярный общественный парк с художественными инсталляциями, театрами и зоной для отдыха. Этот проект не только оживил район, но и стал символом устойчивого городского развития.

«High Line» в Нью-Йорке является выдающимся примером трансформации городской инфраструктуры. Ранее заброшенная надземная железнодорожная линия сегодня представляет собой общественный парк, протянувшийся на 1,6 мили и гармонично вписывающийся в жизнь города. Архитекторы сохранили оригинальные металлические элементы, что сохраняет историческую память о месте. Парк объединяет современный дизайн и природу, с использованием местных растений, что делает его экологически устойчивым и визуально привлекательным.

Одним из ключевых аспектов является многофункциональность: здесь располагаются зоны для отдыха, культурных мероприятий и художественных инсталляций, что делает «High Line» привлекательным для широкой аудитории. Интеграция света и разнообразие материалов добавляют интерес.

Более того, «High Line» стал центром социальной активности, проводя мероприятия и выставки, что подчеркивает важность общественных пространств для взаимодействия. Этот проект не только оживил район, но и стал образцом для подражания для городов по всему миру, показывая, как история и современность могут сосуществовать, улучшая качество городской жизни.

2) В Китае одной из успешных практик является архитектурный проект **«798 Art Zone» в Пекине**. Преобразование старого промышленного комплекса в культурный кластер, где расположены галереи, художественные студии и кафе, привело к созданию ведущего арт-пространства, привлекающего как местных жителей, так и туристов. Это показательный пример того, как креативные индустрии могут способствовать экономическому развитию и культурному обмену.

«798 Art Zone» в Пекине представляет собой уникальный пример переосмысливания индустриального наследия в контексте современного искусства и архитектуры. Этот район, изначально построенный в 1950-х годах как комплекс для производства электроники, сегодня стал одним из главных центров современного искусства в Китае. Основой его привлекательности является гармоничное сочетание исторической архитектуры и современных художественных практик. Заброшенные фабрики и warehouses были преобразованы в галереи, студии, магазины и культурные пространства, что позволило сохранить индустриальный характер района, одновременно создав новые возможности для творческой работы.

Архитектурный стиль «798 Art Zone» сочетает элементы Bauhaus и социалистического реализма, что придает месту уникальную эстетическую ценность. Здесь прекрасно сохраняются старые кирпичные стены, открытые пространства и высокие потолки, что создает великолепные условия для выставок



Рис. 2. Общественный парк с художественными инсталляциями «High Line» в Нью-Йорке, США

Источник: <https://habr.com/en/companies/vk/articles/396105/>



Рис. 3. Преобразование старого промышленного комплекса в культурный кластер «798 Art Zone» в Пекине, Китай

Источник: <https://turbinatravels.com/guide/Pekin-Kitay-127579/Otzyvy/Tchto-delat-dostoprimechatelnosti/Arkhitektura-Pamyatniki/3/0/Zona-iskusstv-798-61104/Otzyv/Strast-k-sovremennomu-iskusstvu-v-Pekine-90341/photo3345846/>

и инсталляций. Современные добавления, такие как стеклянные конструкции и металлические детали, гармонично вписываются в общий контекст, подчеркивая диалог между наследием и современностью.

Дизайнерский подход в «798 Art Zone» заключается в создании открытых и многофункциональных пространств, которые способствуют взаимодействию между художниками и зрителями. Уличное искусство и инсталляции, расположенные на территории, добавляют динамику и оживляют пространство, создавая атмосферу экспериментирования и креативности. Пешеходные зоны, кафе и арт-магазины делают район доступным и привлекательным для широкой аудитории, что способствует развитию креативной экономики.

3) В Европе существует множество примеров успешной рефункционализации. Например, в Лондоне бывший завод «Tate Modern» теперь является одним из крупнейших музеев современного искусства в мире.

Переосмысленный фасад и масштабные выставочные пространства привлекают миллионы посещений каждый год, создавая новую культурную идентичность для района.

«Tate Modern», расположенный в Лондоне, представляет собой выдающийся пример адаптивного повторного использования промышленного здания, превращенного в музей современного искусства. Бывший завод, построенный в 1960-х годах, демонстрирует мощную брутальную архитектуру в стиле индустриализма с его характерными символами – массивными бетонными конструкциями и высокими дымовыми трубами. Архитекторы Герцог и де Мерон, занявшиеся реконструкцией здания в 1995 году, сохранили его оригинальные элементы, такие как открытые пространства и большие окна, что создало условия для естественного освещения и впечатляющих выставочных площадей.



Рис. 4. Преобразование старого завода «Tate Modern» в музей современного искусства, Лондон, Великобритания

Источник: <https://delood.com/archive/architecture-archive/the-tate-exchange-project/>

Интерьеры музея отличаются масштабностью и гибкостью, что позволяет экспонировать различные виды современного искусства – от живописи до инсталляций. Пространства организованы так, чтобы обеспечить диалог между выставками и зрителями, побуждая к взаимодействию и исследованию. Особое внимание уделяется общественным зонам, таким как кафе и магазины, которые делают музей доступным и привлекательным для широкой аудитории. Эстетика «Tate Modern» как бы подчеркивает концепцию современного искусства, фокусируя внимание на сообществе, взаимодействии и доступности, что делает его не только музеем, но и культурным центром, способствующим обмену идеей и креативности в самом сердце Лондона.

4) В России также наблюдаются успешные примеры модернизации культурно-досуговых центров. Станций метро «Киевская» и «Кузнецкий мост» в Москве стали не только транспортными узлами, но и культурными пространствами с выставками и гастрономическими фестивалями.

5) Кроме того, проект «Гараж» в парке Горького, превратившийся из заброшенного здания в современное музейное пространство, стал важной точкой для культурных событий, выставок и образовательных программ, что укрепляет сообщество и делает искусство более доступным. Проект «Гараж» в парке Горького в Москве, созданный архитектором Ремом Колхасом и его бюро OMA, представляет собой выдающийся пример современного подхода к музею, который активно взаимодействует с окружающим пространством. Здание, расположенное в бывшем гараже, сохранило свою оригинальную кирпичную структуру и стилистические элементы, одновременно адаптируясь к новому функционалу. Архитектурное решение включает в себя прозрачные стеклянные фасады, обеспечивающие максимальное естественное освещение и визуальное связывание интерьеров с ландшафтом парка. Открытые пространства внутри созданы для гибкости и многофункциональности, позволяя легко трансформировать выставочные залы для разнообразных мероприятий.

Дизайнерский подход в «Гараже» акцентирует внимание на минимализме и современном искусстве, что отражается в использовании простых материалов и интеграции с природным окружением. Внутренние помещения оформлены в нейтральной цветовой палитре, что позволяет искусству занимать центральное место. Особенность «Гаража» заключается в его концепции как культурного пространства, которое призвано не только отображать современное искусство, но и активно вовлекать общество через лекции, мастер-классы и мероприятия на свежем воздухе. Это делает «Гараж» не просто музеем, а динамичным культурным центром, формирующим новую платформу для обсуждения и творчества в центре Москвы.



Рис. 5. Проект «Гараж» в парке Горького, Москва, Россия

Источник: <https://www.archdaily.com/778531/moscow-urban-movement-is-there-hope-for-a-better-future/566833a5e58ec738c00000c-moscow-urban-movement-is-there-hope-for-a-better-future-photo>

Эти примеры показывают, как реформирование и адаптация существующих пространств может создать новые динамичные центры культурной жизни, способствующие взаимодействию, обучению и творчеству в различных уголках мира. Модернизация

культурно-досуговых центров на международной арене демонстрирует, что история и современность могут эффективно сосуществовать, обогащая культурный ландшафт городов и улучшая качество жизни их жителей.

Адаптация международной практики проектирования и преобразования культурно-досуговых центров к условиям городов Донбасса

Адаптация международной практики проектирования и преобразования культурно-досуговых центров к условиям городов Донбасса требует учета специфических социально-экономических и культурных реалий региона. Ключевым направлением модернизации является создание многофункциональных пространств, которые объединяют искусство, образование и общественные мероприятия, что позволит привлечь местные сообщества и увеличить их вовлеченность. Применение принципов устойчивого дизайна и экосистемного подхода крайне важно в условиях ограниченности ресурсов, что подразумевает использование переработанных материалов и энергоэффективных технологий.

Современные тенденции включают интеграцию цифровых технологий, способствующих созданию интерактивных выставок и образовательных программ, что отвечает потребностям молодежи. Также стоит акцентировать внимание на доступности культурных ресурсов – создание инклюзивной среды для людей с ограниченными возможностями, доступность для разных возрастных групп и культур. Важно использовать принципы открытого проектирования, вовлекая местные сообщества в процесс обсуждения и разработки концепций, что создаст чувство принадлежности и ответственности за новые пространства.

Таким образом, успешная адаптация культурно-досуговых центров в Донбассе должна сочетать международные практики с местными традициями и потребностями, формируя культурное многообразие и обеспечивая устойчивое развитие региона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ прогрессивных тенденций и направлений в области модернизации культурно-досуговых центров позволяет подчеркнуть значимость адаптации международного опыта к уникальным условиям городов Донбасса. Изучив успешные примеры проектирования и преобразования этих объектов в разных странах, мы выявили ключевые аспекты, такие как создание многофункциональных пространств, интеграция современных технологий, устойчивый дизайн и инклюзивные подходы, которые способствуют улучшению качества жизни и вовлеченности местного населения. В условиях Донецкого региона, страдающего от социальных и экономических неурядиц, применение этих тенденций может стать основой для ревитализации городской среды.

Адаптация международных практик требует учета местных культурных особенностей и потребностей сообщества, что позволит не только сохранить идентичность, но и создать современные пространства для общения, образования и творчества. Важно вовлекать

население в процесс проектирования, что обеспечит чувство ответственности и принадлежности к преобразуемым объектам. Таким образом, целенаправленная модификация культурно-досуговых центров, основанная на международном опыте и адаптированная к специфике Донбасса, создаст условия для устойчивого развития региона, стимулируя культурный подъем и социальное единство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бенаи, Х. А. Современные тенденции при формировании архитектуры культурно-просветительских центров / Х. А. Бенаи, А. А. Коломиццева // Научно-практический журнал «Строитель Донбасса». – 2024. – № 2(27). – С. 17–22. – ISSN 2617–1848. – URL: [https://donna.su/publish_house/journals/sd/2024/sd_2024-2\(27\).pdf](https://donna.su/publish_house/journals/sd/2024/sd_2024-2(27).pdf) (дата обращения: 04.11.2024).
2. Сущинская, М. Д. Культурный туризм: учебное пособие для вузов / М. Д. Сущинская. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – (Высшее образование). – ISBN 978–5–534–07374–4. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/538349> (дата обращения: 06.11.2024).
3. Каменец, А. В. Основы культурно-досуговой деятельности: учебник для вузов / А. В. Каменец, И. А. Урмина, Г. В. Заярская; под науч. ред. А. В. Каменца. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – (Высшее образование). – ISBN 978–5–534–17851–7. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/533849> (дата обращения: 06.11.2024).
4. Чернявская, Е. Н. Градостроительство с основами архитектуры. Современный этап: учебное пособие для вузов / Е. Н. Чернявская. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – (Высшее образование). – ISBN 978–5–534–14459–8. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/544192> (дата обращения: 06.11.2024).
5. Зацепина, М. Б. Организация досуговой деятельности в дошкольном образовательном учреждении: учебное пособие для среднего профессионального образования / М. Б. Зацепина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – (Профессиональное образование). – ISBN 978–5–534–09153–3. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/539701> (дата обращения: 06.11.2024).
6. Eroshenkov, I. N. Cultural and leisure activities in modern conditions: a manual / I. N. Eroshenkov. – M.: NGIK, 2009. – 120 p. – ISSN 2227–6017 (Online). – Текст: электронный // URL: <file:///C:/Users/khare/Downloads/6-108-4.pdf> (дата обращения: 06.11.2024).
7. Ponomarev, E. S. Features of the architectural and planning structure of children's health camps with a creative bias on the example of Russian and foreign analogues / E. S. Ponomarev, E. E. Petrova // News of KSUAE. – 2021. – № 1(55). – С. 127–142. – DOI: 10.52409/20731523_2021_1_127. – EDN RPUSBC. – Текст: электронный // URL: <https://izvestija.kgasu.ru/>

files/1_2021/127_142_Ponomarev_Petrova.pdf?ysclid=mt38osbcsqe229535701 (дата обращения: 06.11.2024).

8. Availability of various forms and areas of additional education in Moscow from the point of view of the main participants in the educational process: report on the results of research work / E. V. Arzhanykh, I. V. Zadorin, O. A. Gorkina [и др.]. – Moscow, 2015. – 145 p. – EDN RPUSBC. – Текст: электронный // ResearchGate. – URL: https://www.researchgate.net/publication/346862374_ACCESSIBILITY_OF_ADDITIONAL_EDUCATION_IN_RUSSIA_BENEFICIARIES_ASSESSMENT_AND_THE_REGIONAL_SITUATION (дата обращения: 06.11.2024).
9. Fisher, L. V. Prospects for the development of cultural centers in a modern urban environment / L. V. Fisher // Development of Territories. – 2019. – No. 1(15). – P. 49–53. – DOI: 10.32324/2412–8945–2019–1–49–53. – EDN AMREAX. – Текст: электронный // URL: <https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/92397/1/10.1088-1757-899X-753-5-052031.pdf> (дата обращения: 06.11.2024).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Черныш Марина Александровна – кандидат архитектуры, доцент кафедры «Архитектурное проектирование и дизайн архитектурной среды» Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: проблемы регенерации культурно-исторической среды в зонах тяготения крупных промышленных предприятий.

Баркалова Екатерина Игоревна – ассистент кафедры архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: педагогика высшей школы.

Шматова Диана Сергеевна – студентка 2-го курса магистратуры архитектурного факультета, кафедры архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: архитектурное проектирование и дизайн архитектурной среды.

Хухрянская Карина Михайловна – студентка 2-го курса магистратуры архитектурного факультета, кафедры архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: педагогика высшей школы.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Chernysh Marina A. – Ph. D. (Arch.), Associate Professor, Department of Architectural Design and Architectural Environment Design, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: issues of cultural and historical environment regeneration in areas influenced by large industrial enterprises.

Barkalova Ekaterina I. – Assistant at the Department of Architectural Design and Architectural Environment Design, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: higher education pedagogy.

Shmatova Diana S. – Second-year master's student at the Faculty of Architecture, Department of Architectural Design and Architectural Environment Design, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: architectural design and architectural environment design.

Khukhryanskaya Karina M. – Second-year master's student at the Faculty of Architecture, Department of Architectural Design and Architectural Environment Design, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: higher education pedagogy.

REFERENCES

1. Arzhanykh, E.V., Zadorin, I.V., Gorkina, O.A. et al., 2015. *Accessibility of various forms and areas of additional education in Moscow from the point of view of the main participants in the educational process: report on research results. [e-book]* Moscow. Available at: https://www.researchgate.net/publication/346862374_ACCESSIBILITY_OF_ADDITIONAL_EDUCATION_IN_RUSSIA_BENEFICIARIES_ASSESSMENT_AND_THE_REGIONAL_SITUATION (Accessed: 06 November 2024).
2. Benai, H.A. and Kolomiitseva, A.A., 2024. *Modern trends in the formation of architecture of cultural and educational centers. The Builder of Donbass*, (2(27)), pp. 17–22. ISSN 2617–1848. Available at: [https://donnasa.ru/publish_house/journals/sd/2024/sd_2024-2_\(27\).pdf](https://donnasa.ru/publish_house/journals/sd/2024/sd_2024-2_(27).pdf) (Accessed: 04 November 2024).
3. Chernyavskaya, E.N., 2024. *Urban planning with basics of architecture: modern stage*. Moscow: Yurait Publishing. (Higher Education series). ISBN 978–5–534–14459–8. Available at: <https://urait.ru/bcode/544192> (Accessed: 06 November 2024).
4. Eroshenkov, I.N., 2009. *Cultural and leisure activities in modern conditions: a manual*. M.: NGIK. 120 p. ISSN 2227–6017 (Online). Available at: <file:///C:/Users/khare/Downloads/6–108–4.pdf> (Accessed: 06 November 2024).
5. Fisher, L.V., 2019. *Prospects for the development of cultural centers in a modern urban environment. Development of Territories*, No. 1(15), pp. 49–53. DOI: 10.32324/2412–8945–2019–1–49–53. EDN AMREAX. Available at: <https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/92397/1/10.1088–1757–899X–753–5–052031.pdf> (Accessed: 06 November 2024).
6. Kamenev, A.V., Urmina, I.A. and Zayarskaya, G.V., 2024. *Fundamentals of cultural and leisure activities: textbook for universities*. 3rd ed., rev. and enl. Moscow: Yurait Publishing. (Higher Education series). ISBN 978–5–534–17851–7. Available at: <https://urait.ru/bcode/533849> (Accessed: 06 November 2024).
7. Ponomarev, E.S. and Petrova, E.E., 2021. *Features of the architectural and planning structure of children's health camps with a creative bias: Russian and foreign case studies. News of KSUAE*, (1(55)), pp. 127–142. DOI: 10.52409/20731523_2021_1_127. EDN RPUSBC. Available at: https://izvestija.kgasu.ru/files/1_2021/127_142_Ponomarev_Petrova.pdf?ysclid=m38os6cqe229535701 (Accessed: 06 November 2024).
8. Sushinskaya, M.D., 2024. *Cultural tourism: university textbook*. 2nd ed., rev. and enl. Moscow: Yurait Publishing. (Higher Education series). ISBN 978–5–534–07374–4. Available at: <https://urait.ru/bcode/538349> (Accessed: 06 November 2024).
9. Zatsepina, M.B., 2024. *Organization of leisure activities in preschool educational institutions: vocational textbook*. 2nd ed., rev. and enl. Moscow: Yurait Publishing. (Professional Education series). ISBN 978–5–534–09153–3. Available at: <https://urait.ru/bcode/539701> (Accessed: 06 November 2024).

Статья поступила в редакцию 29.04.2025; одобрена после рецензирования 16.05.2025; принята к публикации 23.05.2025.

The article was submitted 29.04.2025; approved after reviewing 16.05.2025; accepted for publication 23.05.2025.

Строитель Донбасса. 2025. Выпуск 2–2025 С. 55–61. ISSN 2617–1848 (print)
The Builder of Donbass. 2025. Issue 2–2025. P. 55–61. ISSN 2617–1848 (print)

Научная статья
УДК 72.01
doi: 10.71536/sd.2025.2c31.8

АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КУЛЬТУРНО-ДОСУГОВЫХ ЦЕНТРОВ

Раиса Николаевна Липуга¹, Екатерина Игоревна Баркалова²,
Диана Андреевна Хрусталева³

^{1,2,3}Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия,
¹r.n.lipuga@donnasa.ru, ²e.i.barkalova@donnasa.ru, ³hrustaleva.d.a-ar-42v@donnasa.ru

Аннотация. В работе рассматриваются архитектурно-планировочные предпосылки проектирования культурно-досуговых центров как ключевых элементов городской инфраструктуры. Анализируются особенности формирования функциональных зон, требования к гибкости и трансформации пространств, а также влияние градостроительного контекста и социально-демографических факторов. Особое внимание уделяется современным тенденциям, ориентированным на создание универсальной, доступной и комфортной среды для различных категорий населения. Исследование выявляет основные принципы, определяющие эффективность функционирования культурно-досуговых учреждений, и формулирует рекомендации по совершенствованию архитектурных решений с учетом новых форматов досуга и культурной активности в городе.

Ключевые слова: культурно-досуговые центры, архитектура, проектирование, градостроительство, городское пространство

Original article

ARCHITECTURAL AND PLANNING PREMISES FOR DESIGNING CULTURAL AND LEISURE CENTERS

Raisa N. Lipuga¹, Ekaterina I. Barkalova², Diana A. Khrustaleva³

^{1,2,3}Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia,
¹r.n.lipuga@donnasa.ru, ²e.i.barkalova@donnasa.ru, ³hrustaleva.d.a-ar-42v@donnasa.ru

Abstract. This article explores the architectural and planning premises for designing cultural and leisure centers as main elements of urban infrastructure. The research analyzes the options of functional zoning, requirements for spatial flexibility and adaptability and the influence of urban context and socio-demographic factors. Particular attention paid to modern trends aimed at creating inclusive, accessible, and comfortable environments for different people and population groups. The research identifies the main principles that determine the effective functioning of cultural and leisure facilities and formulates recommendations for improving architectural solutions in response to new formats of urban leisure and cultural activities.

Keywords: cultural and leisure centers, architecture, design, urban planning, urban space



Липуга
Раиса Николаевна



Баркалова
Екатерина Игоревна



Хрусталёва
Диана Андреевна

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Современные города испытывают острую потребность в пространстве, способном удовлетворять растущий спрос на культурный досуг, социальную коммуникацию и общественную активность. Культурно-досуговые центры призваны выполнять эту функцию, однако их архитектурное и планировочное решение часто не соответствует изменяющимся запросам общества, многофункциональности и требованиям гибкости использования.

Сложность проектирования заключается в необходимости учёта широкого спектра факторов: от градостроительного контекста и плотности застройки до социально-демографических характеристик населения и разнообразия культурных сценариев. При этом наблюдается недостаток обобщённых методических подходов и проектных решений, обеспечивающих адаптивность и устойчивое функционирование культурно-досуговых учреждений в условиях урбанизации.

Таким образом, актуальной проблемой становится разработка архитектурно-планировочных принципов, которые позволяют создавать эффективные, устойчивые и доступные пространства для культурного взаимодействия, интегрированные в городскую среду.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

В условиях стремительного развития городов и повышения роли культурного досуга в жизни населения архитектура культурно-досуговых центров приобретает особую значимость. Эти объекты становятся не только пространствами для проведения мероприятий, но и важными элементами городской среды, формирующими облик населённых пунктов, влияющими на качество жизни и способствующими социальной интеграции. Современные культурно-досуговые центры выполняют множество функций: от проведения концертов и выставок до организации образовательных программ и общественных встреч. Следовательно, их архитектурное и планировочное решение должно учитывать широкий спектр требований – функциональных, социальных, эстетических и технических. Возрастает потребность в гибких, универсальных и адаптивных пространствах, способных отвечать на вызовы времени и меняющиеся запросы общества. Кроме того, развитие цифровых технологий, стремление к устойчивому развитию, инклюзивность и экологическая осознанность ставят перед архитекторами и проектировщиками новые задачи.

Таким образом, исследование предпосылок, формирующих архитектурно-планировочную структуру культурно-досуговых объектов, становится особенно актуальным. Несмотря на значительное количество реализованных проектов, отметим, что многие из них не удовлетворяют современным требованиям в полной мере. Это проявляется в неудовлетворительной функциональной организации пространства, слабой интеграции в городскую среду, неэффективности эксплуатации и низкой социальной активности вокруг объекта. Причиной этого часто становится отсутствие системного подхода к проектированию, недостаточный учёт специфики культурной среды и потребностей населения.

Следовательно, существует необходимость в комплексном анализе факторов, определяющих архитектурно-планировочные решения при проектировании объектов культурно-досугового назначения, включая исторические, функциональные, социальные и градостроительные аспекты.

Цель – выявить и систематизировать архитектурно-планировочные предпосылки, влияющие на проектирование культурно-досуговых центров, и определить направления их оптимизации. Научная новизна исследования заключается в комплексном подходе к анализу архитектурно-планировочных факторов, основанном на междисциплинарной связи архитектуры, социологии, урбанистики и культурологии. В статье делается попытка не только описать существующую ситуацию, но и предложить направления развития проектной практики на основе анализа тенденций и эмпирических данных.

Происхождение и эволюция культурных учреждений.

Истоки культурно-досуговых центров уходят в глубокую древность. Уже в античных полисах Древней Греции формировались общественные пространства, объединяющие функции театра, собрания и религиозных обрядов. Агора – центр социальной и культурной жизни – выполняла роль не только торговой площади, но и места общения, политических дебатов и общественных мероприятий. Аналогично, в Древнем Риме важную роль играли форумы и амфитеатры как ядра культурной активности, объединённые с административными и религиозными функциями. В Средневековье основными центрами культурной жизни становятся монастыри, соборы, университеты и городские ратуши, где происходили образовательные, религиозные и художественные события. Архитектура того времени подчёркивала иерархию и сословность, ограничивая масовую доступность досуга.

Развитие в эпоху индустриализации и модерна.

С наступлением эпохи индустриализации в XIX веке возникает потребность в новых типах общественных зданий. В городах появляются народные дома, клубы рабочих, публичные библиотеки, концертные залы, театры и выставочные павильоны. Их архитектура формируется под влиянием функционализма, эклектики и, позднее, модерна. Особое значение приобретают «Дома культуры» в советской архитектуре XX века. Эти объекты становятся неотъемлемой частью градостроительной политики, играя роль центров социализации, воспитания, массовой культуры. Архитектурные решения ориентированы на монументальность, симметрию и чёткое функциональное зонирование. Типизация и стандартизация проектов позволяли строить ДК во всех регионах страны.

Постсоветский период и современные тенденции.

После 1991 года культурно-досуговые центры в постсоветском пространстве переживают период трансформации. Многие объекты пришли в упадок или сменили назначение, возникла необходимость их адаптации к новым условиям: рыночной экономике, изменённой социальной структуре и новым культурным запросам. Это вызвало интерес к ревитализации зданий, редевелопменту и интеграции старых центров в современный городской ландшафт. С 2000-х годов возрастает интерес к мультифункциональности, трансформируемости пространства, внедрению цифровых технологий и интерактивных форматов. Современные КДЦ объединяют выставочные залы, коворкинги, медиатеки, театральные площадки, кафе, мастерские и общественные пространства. Архитектура ориентирована на открытость, инклюзивность, экологичность и вовлечённость локального сообщества.

Функциональные особенности и требования к проектированию культурно-досуговых центров

Полифункциональность и универсальность пространств. Современные культурно-досуговые центры перестали быть исключительно местами для проведения мероприятий. Они трансформировались в многофункциональные общественные пространства, объединяющие функции культуры, образования, коммуникации, досуга и творчества. Отсюда вытекает необходимость архитектурных решений, позволяющих:

- комбинировать различные сценарии использования (театральный зал, выставка, лекторий, мастерская);
- трансформировать пространство (мобильные перегородки, модульная мебель, гибкое освещение);
- использовать помещения в режиме «shared space» – с возможностью делить пространство между различными группами пользователей.

Это требует проектирования адаптивной планировки, обеспечивающей лёгкость перепланировки и техническую гибкость инженерных систем.

Зонирование: основные блоки КДЦ

Типовая структура культурно-досугового центра включает следующие функциональные зоны:

- общественная зона: вестибюль, холлы, зона ожидания, гардероб;

- зрелищные пространства: залы (театральные, концертные, кинозалы), сцена, гримёрные, аппаратные;
- выставочные и экспозиционные зоны: залы для постоянных и временных экспозиций;
- учебные и творческие помещения: студии, мастерские, аудитории, репетиционные залы;
- административно-хозяйственные помещения: кабинеты, служебные блоки, технические и складские зоны;
- кафе, буфеты, сувенирные лавки как элементы коммерческой самоокупаемости.

Размещение этих зон должно учитывать требования санитарных норм, логистики потоков посетителей и персонала, а также акустические и световые условия.

Потоковая организация и сценарное проектирование

Одним из ключевых факторов является организация потоков:

- посетительские (вход–холл–основная функция–выход);
- внутренние логистические (обслуживающий персонал, оборудование, доставка);
- аварийные выходы и пути эвакуации.

Важно, чтобы пути движения были интуитивно понятными, короткими и не пересекались между собой, особенно в случае массовых мероприятий. Все планировочные решения должны быть подчинены сценарию использования объекта – то есть продуманы не только «в плане», но и во времени (динамическое использование).

Инженерно-технические и акустические требования

Для реализации культурных функций важно учесть:

- акустическое проектирование (звукопоглощающие материалы, расчёт реверберации, шумопоглощение между залами);
- освещение (естественное и искусственное, регулируемое по зонам и видам мероприятий);
- вентиляция и кондиционирование (особенно для помещений с большой плотностью пребывания людей);
- инфокоммуникационная инфраструктура (Wi-Fi, мультимедийные системы, системы трансляции и управления событиями).

Таким образом, КДЦ становится технологически насыщенным объектом, требующим интеграции архитектурных и инженерных решений с самого начала проектирования.

Социальные аспекты архитектурно-планировочного решения культурно-досуговых центров

Роль КДЦ в формировании социокультурной среды

Культурно-досуговые центры являются интеграторами общественной жизни, особенно в условиях дефицита общественных пространств. Они выполняют миссию социальной инклюзии, предоставляя доступ к культуре, творчеству, образованию для различных групп населения – независимо от возраста, социального статуса, уровня дохода.

КДЦ становятся:

- местом неформального общения и самовыражения;
- площадкой для интеграции маргинализированных или уязвимых групп (пенсионеров, молодёжи, людей с инвалидностью);
- инструментом культурной политики и локальной идентичности.

Архитектура таких объектов не должна быть нейтральной или отчуждённой – напротив, она обязана транслировать открытость, гостеприимство, доступность.

Принцип инклюзивности и универсального дизайна

Современные проектные подходы предусматривают универсальный дизайн, ориентированный на комфортное и равноправное использование пространства всеми пользователями. Это выражается в:

- беспрепятственном доступе маломобильных групп (пандусы, лифты, тактильные указатели, системы навигации);
- эргономичной меблировке и понятных схемах движения;
- создании инклюзивных программ в архитектурной среде (например, звукоусиливающие системы для слабослышащих, пространства тишины, детские зоны).

Инклюзивность не ограничивается физической доступностью – она включает эмоциональное и культурное принятие различных аудиторий, что выражается и в дизайне среды, и в атмосфере.

Участие местных сообществ в формировании КДЦ

Успешность культурного центра напрямую зависит от вовлечённости местных сообществ на этапах проектирования, эксплуатации и адаптации пространства. Практика совместного проектирования (*co-design*) включает:

- проведение опросов, интервью, общественных обсуждений;
- гибкую архитектурную модификацию под нужды конкретной аудитории;
- учёт локальной культурной специфики.

Таким образом, КДЦ перестаёт быть «объектом сверху», он становится социальной лабораторией, формируемой снизу – на основе запроса и участия местных жителей.

Социальная устойчивость и культурное разнообразие

Социальный аспект включает способность центра адаптироваться к изменениям – демографическим, экономическим, культурным. Для этого необходима архитектурно-планировочная гибкость:

- сценарии временного использования (например, аренда залов, проведение ярмарок, лекций, выставок);
- открытость к коллaborациям (с образовательными учреждениями, творческими коллективами, муниципальными службами);
- архитектурная выразительность как символ открытого общественного пространства.

КДЦ должны учитывать многообразие культурных практик, быть платформой для диалога, а не только местом потребления готового продукта.

Градостроительные аспекты размещения и интеграции культурно-досуговых центров

Роль КДЦ в структуре населённого пункта. Культурно-досуговые центры (КДЦ) играют важную роль в социально-пространственной структуре города или посёлка, выполняя функцию ядра притяжения, места коммуникации и культурного обмена. В градостроительном контексте они могут выполнять одну из следующих ролей:

- центры притяжения районного или городского значения;
- якорные объекты для развития общественных зон;
- инструмент формирования культурного кластера в составе многофункциональных комплексов;
- катализаторы ревитализации депрессивных территорий – например, индустриальных зон, устаревшей жилой застройки.

Размещение КДЦ должно быть продуманным не только с точки зрения пешеходной и транспортной доступности, но и с позиции культурной и социальной логики территории.

Факторы выбора участка под КДЦ

При выборе участка под культурно-досуговый центр необходимо учитывать следующие критерии:

- центральность или периферийность – в зависимости от масштаба и целевой аудитории;
- транспортная доступность (наличие остановок, подъездов, парковки, пешеходных маршрутов);
- уровень развития окружающей инфраструктуры;
- наличие зелёных зон, водоёмов, общественных пространств рядом;
- перспективы развития района и возможного прироста населения;
- соседство с другими объектами культуры, образования, торговли, формирующими комплексное общественное пространство.

КДЦ должны размещаться в пределах доступности для разных групп населения – особенно это актуально для малых городов и сельских территорий.

Интеграция в существующую застройку и городскую ткань

При проектировании КДЦ важно обеспечить его контекстуальную интеграцию в существующую среду:

- архитектура должна учитывать масштаб, стиль, плотность и характер застройки;
- формирование общественного пространства вокруг центра (площадь, сквер, пешеходная зона) усиливает эффект «городской гостиной»;
- использование открытых фасадов, прозрачных витражей и активного первого этажа делает объект визуально и функционально доступным.

Интеграция КДЦ не означает растворение – напротив, он может быть доминантой, акцентом, но его выразительность должна гармонировать с окружающей средой.

КДЦ как элемент устойчивого и «умного» города

Современные подходы к градостроительству связывают культурно-досуговые объекты с такими концепциями: устойчивого развития (экология, доступность, повторное использование территорий); «умного города» – цифровизация, адаптивное управление, автоматизация сервисов; пешеходно-ориентированной среды (развитие микромобильности, отказ от приоритета автомобилей); трансформации общественного пространства как платформы для диалога, совместного творчества, событий. Таким образом, архитектурно-планировочные решения для КДЦ тесно связаны с градостроительной стратегией и должны рассматриваться в рамках системного подхода к развитию городской среды.

Современные тенденции и инновации в проектировании культурно-досуговых центров

В последние десятилетия наблюдается смена парадигмы: от «дома культуры» советского образца с жёсткой иерархией функций к гибкому, открытому месту, где пространство организовано не сверху, а по запросу пользователей. Это порождает следующие тенденции: отказ от строгого функционального зонирования в пользу многофункциональных трансформируемых пространств; усиление роли общественных и креативных функций наряду с традиционными культурными; смешение форматов – лекция переходит в мастер-класс, концерт в дискуссию, выставка в интерактивную лабораторию.

Архитектура, таким образом, становится платформой для сценариев, а не жёстким набором помещений.

Технологизация среды

Современные КДЦ активно интегрируют цифровые и мультимедийные технологии. Это включает: интерактивные выставки и медиазалы, где зритель становится участником; системы управления освещением, акустикой, трансляцией, адаптируемые к типу мероприятия; виртуальные пространства и гибридные форматы (например, трансляции событий, цифровые архивы, онлайн-выставки); цифровую навигацию и системы доступа (QR-коды, мобильные приложения).

Проектировщик должен заранее предусмотреть инфраструктурную ёмкость для размещения и развития таких решений.

Экологичность и устойчивое проектирование

Новые культурные пространства ориентированы на экологическую ответственность и принципы устойчивого дизайна. Это выражается в применении энергоэффективных конструкций и материалов, естественном освещении и вентиляции, снижении эксплуатационных расходов, повторном использовании или реконструкции существующих зданий (как альтернатива новому строительству) и создании зелёных общественных зон вокруг КДЦ – как части экологического коридора.

Таким образом, КДЦ становится не только культурным, но и экологическим маркером городской среды.

Культурные кластеры и коопeração функций

Современная стратегия развития урбанистики предусматривает сосредоточение функций: на одном участке размещаются галереи, театры, библиотеки, образовательные центры, мастерские, кафе. Это создаёт синергетический эффект и стимулирует развитие территории. Примеры успешных культурных кластеров: «ArtPlay», «Флакон», «Севкабель Порт» в России; «The Factory» в Манчестере; «Zollverein» в Эссене.

Архитектура при этом должна быть адаптивной, нейтральной, модульной, способной к быстрой трансформации, инсталляциям и вмешательствам.

ВЫВОДЫ

Анализ архитектурно-планировочных предпосылок проектирования культурно-досуговых центров позволяет сделать вывод о сложности и многослойности данной проектной задачи. КДЦ – это не просто здание с определённым набором помещений, а социально значимый объект, который формирует культурную среду, способствует интеграции различных групп населения, активизирует общественные пространства и усиливает идентичность территории.

Историческая эволюция подобных учреждений от строго регламентированных клубов до гибких, креативных и открытых пространств отражает трансформацию общественных потребностей и подходов к архитектуре. Функционально-планировочная структура современного КДЦ должна быть многофункциональной, адаптивной и инклюзивной, соответствовать разнообразным сценариям использования и культурным практикам.

Социальные и градостроительные аспекты обуславливают необходимость встраивания объекта в городскую ткань, обеспечения его доступности, учета культурной специфики района, а также активного участия населения в процессе проектирования и эксплуатации.

Современные тенденции, такие как технологизация среды, устойчивое развитие, мультифункциональность и кластеризация, определяют вектор развития архитектуры КДЦ в XXI веке и требуют соответствующей архитектурной реакции.

Таким образом, проектирование культурно-досуговых центров – это междисциплинарная задача, где архитектура становится инструментом формирования более открытого, справедливого и культурно насыщенного общества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бенаи, Х. А. Современные тенденции при формировании архитектуры культурно-просветительских центров: учебное пособие / Х. А. Бенаи, А. А. Коломийцева // Научно-практический журнал «Строитель Донбасса». – 2024. – № 2(27). – С. 17–22. – ISSN 2617–1848. – URL: [https://donnasa.ru/publish_house/journals/sd/2024/sd_2024-2\(27\).pdf](https://donnasa.ru/publish_house/journals/sd/2024/sd_2024-2(27).pdf) (дата обращения: 04.11.2024).

2. Асанова, И. М. *Организация культурно-досуговой деятельности: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям «Туризм» и «Гостиничное дело» / И. М. Асанова, С. О. Дерябина, В. В. Игнатьева. – 3-е изд. – Москва: Издательский центр «Академия», 2013. – 9–12 с. – (Высшее образование). – ISBN 978–5–4468–0139–8. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/511859> (дата обращения: 06.11.2024).*
3. Опарин, С. Г. *Архитектурно-строительное проектирование: учебник и практикум для вузов / С. Г. Опарин, А. А. Леонтьев; под общ. ред. С. Г. Опарина. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 283 с. – (Высшее образование). – ISBN 978–5–9916–8767–6. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/511859> (дата обращения: 16.05.2025).*
4. Опарин, С. Г. *Архитектурно-строительное проектирование: учебник и практикум для академического бакалавриата / С. Г. Опарин, А. А. Леонтьев; под общ. ред. С. Г. Опарина. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 283 с. – (Высшее образование). – ISBN 978–5–9916–8767–6. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/433576> (дата обращения: 16.05.2019).*
5. Архитектура зданий и строительные конструкции: учебник для среднего профессионального образования / под общ. ред. А. К. Соловьева. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 479 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978–5–534–20508–4. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/565819> (дата обращения: 16.05.2025).
6. Ульяновская, С. И., Балакина А. Е. *Архитектура учреждений дополнительного образования в различных градостроительных ситуациях // Строительство: наука и образование. – 2019. – Т. 9, № 3. – С. 3. – DOI: 10.22227/2305–5502.2019.3.3. – EDN YDUIZX. – Текст: электронный // Строительство: наука и образование [сайт]. – URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Architecture-of-institutions-of-additional-in-urban-Ulyanovskaya-Balakina/e37f4914364de4843653060ce3eeldfc929c38d> (дата обращения: 08.11.2024).*
7. Галимуллина, А. Д., Короткова С. Г. *Архитектурные средства формирования развивающих и образовательных пространств для детей // News of KSUAE. – 2019. – № 4(50). – С. 79–88. – EDN FWKLOR. – Текст: электронный // Вестник КГАСУ [сайт]. – URL: https://izvestija.kgasu.ru/files/4_2019/79_88_Galimullina_Korotkova.pdf?ysclid=m38nzviovb362326585 (дата обращения: 08.11.2024).*
8. Надырова, Д. А. *Многофункциональные досуговые комплексы Казани середины XIX – начала XX веков // News of KSUAE. – 2017. – № 4(42). – С. 32–40. – EDN TSUCZ. – Текст: электронный // Вестник КГАСУ [сайт]. – URL: https://izvestija.kgasu.ru/files/4_2017/32_40_Nadyrova_D.pdf?ysclid=m38nt5q (дата обращения: 08.11.2024).*

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Липуга Раиса Николаевна – кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: архитектурное проектирование и дизайн архитектурной среды.

Баркалова Екатерина Игоревна – ассистент кафедры архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: архитектурное проектирование и дизайн архитектурной среды.

Хрусталёва Диана Андреевна – студентка 2-го курса магистратуры архитектурного факультета, кафедры архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: архитектурное проектирование и дизайн архитектурной среды.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Lipuga Raisa N. – Ph. D. (Arch.), Associate Professor, Department of Architectural Design and Architectural Environment Design at the Donbass National Academy of Construction and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: architectural design and architectural environment design.

Barkalova Ekaterina I. – Assistant Professor of the Department of Architectural Design and Architectural Environment Design at the Donbass National Academy of Construction and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: architectural design and architectural environment design.

Khrustaleva Diana A. – Second-year master's student at the Faculty of Architecture, Department of Architectural Design and Architectural Environment Design, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: architectural design and architectural environment design.

REFERENCES

1. Beniae, H.A. and Kolomiitseva, A.A., 2024. Modern trends in the formation of architecture of cultural and educational centers. *The Builder of Donbass*, (2(27)), pp. 17–22. ISSN 2617–1848. Available at: [https://donnasa.ru/publish_house/journals/sd/2024/sd_2024–2\(27\).pdf](https://donnasa.ru/publish_house/journals/sd/2024/sd_2024–2(27).pdf) (Accessed: 4 November 2024).
2. Asanova, I.M., Deryabina, S.O. and Ignatieve, V.V., 2013. *Organization of Cultural and Leisure Activities: Textbook for University Students in Tourism and Hotel Management*. 3rd ed. Moscow: Publishing Center “Akademiya”. (Higher Education Series). ISBN 978–5–4468–0139–8. Available at: <https://urait.ru/bcode/511859> (Accessed: 6 November 2024).
3. Oparin, S.G. and Leontiev, A.A., 2023. *Architectural and Construction Designing: Textbook and Workbook for Universities*. Moscow: Yurait Publishing. (Higher Education Series). ISBN 978–5–9916–8767–6. Available at: <https://urait.ru/bcode/511859> (Accessed: 16 May 2025).

4. Oparin, S.G. and Leontiev, A.A., 2019. *Architectural and Construction Designing: Textbook and Workbook for Academic Bachelor's Degree*. Moscow: Yurait Publishing. (Higher Education Series). ISBN 978–5–9916–8767–6. Available at: <https://urait.ru/bcode/433576> (Accessed: 16 May 2019).
5. *Architecture of buildings and construction structures*, 2025. Textbook for Vocational Education / ed. by A. K. Soloviev. Moscow: Yurait Publishing. (Professional Education Series). ISBN 978–5–534–20508–4. Available at: <https://urait.ru/bcode/565819> (Accessed: 16 May 2025).
6. Ulyanovskaya, S.I. and Balakina, A.E., 2019. *Architecture of additional education institutions in various urban planning contexts*. Construction: Science and Education, vol. 9, no. 3, p. 3. DOI: 10.22227/2305–5502.2019.3.3. EDN YDUIZX. Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/Architecture-of-institutions-of-additional-in-urban-Ulyanovskaya-Balakina/e37f4914364de4843653060ce3eeldfc929c38d> (Accessed: 8 November 2024).
7. Galimullina, A.D. and Korotkova, S.G., 2019. *Architectural tools for forming developing and educational spaces for children*. News of KSUAE, No. 4(50), pp. 79–88. EDN FWKLOR. Available at: https://izvestija.kgasu.ru/files/4_2019/79_88_Galimullina_Korotkova.pdf?ysclid=m38nzviovb362326585 (Accessed: 8 November 2024).
8. Nadyrova, D.A., 2017. *Multifunctional leisure complexes of Kazan in the mid-19th – early 20th centuries*. News of KSUAE, No. 4(42), pp. 32–40. EDN TSUCZ. Available at: https://izvestija.kgasu.ru/files/4_2017/32_40_Nadyrova_D.pdf?ysclid=m38nt5q_bcx94048261 (Accessed: 8 November 2024).

Статья поступила в редакцию 28.04.2025; одобрена после рецензирования 16.05.2025; принята к публикации 23.05.2025.

The article was submitted 28.04.2025; approved after reviewing 16.05.2025; accepted for publication 23.05.2025.

Строитель Донбасса. 2025. Выпуск 2-2025 С. 62-69. ISSN 2617–1848 (print)
The Builder of Donbass. 2025. Issue 2-2025. P. 62-69. ISSN 2617–1848 (print)

Научная статья

УДК 72.025.5

doi: 10.71536/sd.2025.2c31.9

ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРНОЙ РЕИНТЕГРАЦИИ ОБЪЕКТОВ КИРПИЧНОГО СТИЛЯ КОНЦА XIX – НАЧАЛА XX вв. В ГОРОДАХ ДОНБАССА

Дарья Эдуардовна Щербакова¹

¹Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия,

¹d.e.scherbakova@donnasa.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию типологических предпосылок архитектурной реинтеграции объектов кирпичного стиля в городах Донбасса. Рассматривается исторический контекст формирования кирпичного стиля в регионе, его типологическое разнообразие и современные вызовы, связанные с сохранением и адаптацией этих объектов. Особое внимание уделяется анализу функциональных, конструктивных, композиционных и стилистических особенностей зданий кирпичного стиля конца XIX – начала XX вв., а также возможностям их ревитализации и включения в современную городскую среду с учетом функционально-планировочных, социокультурных и экономических факторов. Предлагаются типологические модели реинтеграции, учитывающие специфику региона и направленные на сохранение исторической идентичности при обеспечении современного комфорта и функциональности.

Ключевые слова: здания и сооружения, кирпичный стиль, современная архитектурная реинтеграция, типология, историческое наследие, Донбасс, ревитализация, городская среда, реконструкция, адаптация, регионально обусловленные требования

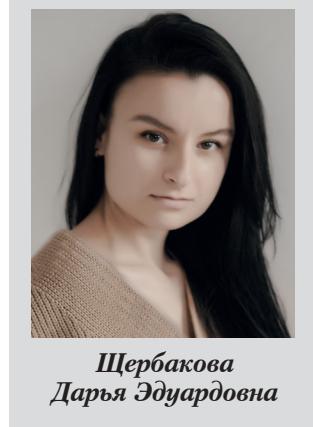
Original article

TYPOLOGICAL PREMISES OF CONTEMPORARY ARCHITECTURAL REINTEGRATION OF LATE XIX – EARLY XX CENTURY BRICK STYLE BUILDINGS IN DONBASS CITIES

Daria E. Shcherbakova¹

¹Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia,

¹d.e.scherbakova@donnasa.ru



Щербакова
Дарья Эдуардовна

Abstract. This article explores the typological premises of architectural reintegration for buildings in the brick style within Donbass' cities. It studies the historical context of the brick style buildings' development in this area, its typological diversity, and contemporary challenges related to the preservation and adaptation of these structures. Particular attention paid to the analysis of functional, structural, compositional, and stylistic characteristics of late XIX – early XX century brick-style buildings. The opportunities for its revitalization and integration into the modern urban environment, taking into account functional-planning, socio-cultural, and economic factors are analyzed.

Typological models of reintegration, reflecting the regional specificity of the Donbass and aiming to preserve historical identity while ensuring modern comfort and functionality, are proposed.

Keywords: : buildings and structures, brick style, contemporary architectural reintegration, typology, historical heritage, Donbass, revitalization, urban environment, reconstruction, adaptation, regionally determined requirements

© Щербакова Д. Э., 2025

ВВЕДЕНИЕ

Архитектурное наследие городов Донбасса, сформированное в период активного промышленного развития региона в конце XIX – начале XX веков, представляет собой ценный ресурс, требующий внимательного сохранения и адаптации к современным условиям. Значительную часть этого наследия составляют объекты, выполненные в кирпичном стиле, который получил широкое распространение благодаря доступности и выразительности материала, а также функциональности и эстетическим качествам зданий.

В настоящее время многие объекты кирпичного стиля конца XIX – начале XX веков в городах Донбасса находятся в неудовлетворительном состоянии, требуют ремонта, реконструкции или реставрации. При этом важно не только сохранить исторический облик зданий, но и обеспечить их современную функциональность, комфорт и безопасность в процессе эксплуатации. Решение этой задачи требует разработки научно обоснованных подходов к архитектурной реинтеграции объектов кирпичного стиля указанного периода, учитываяших их типологические особенности, исторический контекст, а также социокультурные и экономические факторы.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Ранее была актуализирована постановка научной проблемы современной архитектурной реинтеграции объектов кирпичного стиля конца XIX - начала ХХ вв. в условиях Донбасса¹. Выявление и анализ типологических предпосылок – один из ключевых этапов проведения исследований по данному научному направлению. Отдельные типы зданий и сооружений данного стиля и вопросы их современной архитектурной реинтеграции рассматривали в своих работах В. П. Мироненко², С. А. Борознов^{3,4, 5}, А. В. Губанов, Р. Н. Липуга⁶, Е. А. Гайворонский⁷ и др. Данный общий тип объектов выделялся в научно-практических разработках Специализированного научно-технического центра «Архитектурное и градостроительное наследие Донбасса» ФГБОУ ВО «ДОННАСА» в рамках проведения исследований в отношении отдельных городов Донбасса^{8, 9}. В отношении ряда конкретных зданий и сооружений кирпичного стиля конца XIX - начала ХХ вв. на территории Донбасса

¹ Гайворонский, Е. А. Постановка проблемы архитектурной реинтеграции зданий и сооружений кирпичного модерна конца XIX – начала XX века (на примере городов Донбасса) / Е. А. Гайворонский, Д. Э. Щербакова // Актуальные проблемы развития городов: Электронный сборник статей по материалам открытой IX международной очно-заочной научно-практической конференции молодых ученых и студентов / Редколлегия: Н. М. Зайченко, В. Г. Севка, В. Ф. Мущанов и др. – Макеевка, ФГБОУ ВО «ДонНАСА», 2025. – С. 177-181.

² Мироненко, В. П. Особенности формирования архитектуры конца XIX – начала ХХ вв. в Донецком регионе [Текст] / В. П. Мироненко, С. А. Борознов // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2012. – Вып. 2012-4(94) : Проблемы архитектуры и градостроительства. – С. 8–11.

³ Губанов, А. В., Борознов, С. А. К вопросу изучения типов объемно-пространственных решений казенных винных складов в конце XIX – начале XX в. // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2014. № 1. С. 16–32.

⁴ Борознов, С. А. Творчество архитектора Бекетова в Донецком регионе в кон. XIX – нач. ХХ вв. (на примере Макеевки и Алчевска) / С. А. Борознов // Проблемы архитектуры и градостроительства. Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, Выпуск 2016-2(118) ISSN 1814-3296 С. 5-11 . — URL : https://elibrary.ru/download/elibrary_28821002_24972665.pdf (дата обращения: 04.05.2025).

⁵ Коваленко, Э. П. Архитектурная интеграция бывшего дома Юза-Свицына в г. Донецке [Текст] / Э. П. Коваленко, С. А. Борознов // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – Макеевка: ГОУ ВПО «ДонНАСА», 2020. Выпуск 2020-2(142): «Проблемы архитектуры и градостроительства» – С. 144-153. – ISSN 2519-2817.

⁶ Липуга, Р. Н. Архитектурно-планировочная организация православных храмов Юго-Восточной Украины с учётом их исторического развития : специальность 05.23.21 «Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Липуга Раиса Николаевна. – Макеевка, 2015. – 20 с. – Текст : непосредственный.

⁷ Гайворонский, Е. А. Современная архитектурно-средовая интеграция комплекса объектов бывшей Английской колонии посёлка Юзовка в г. Донецке / Е. А. Гайворонский, Е. А. Мороко, С. А. Борознов // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Проблемы архитектуры и градостроительства: сб. науч. тр. - Макеевка : ДонНАСА, 2018. - Вып. 2018-2(130). - С. 37-43.

⁸ Историко-архитектурный опорный план [Текст]. Границы и режимы использования зон охраны памятников и исторических ареалов города Артемовска Донецкой области. Стадия НПД. Том 1. Пояснительная записка. Договоры № 111-01 / 41AC П3 и 111-02 / 41AC П3 / Центр историко-архитектурных исследований ; Е. А. Гайворонский, А. В. Губанов, С. А. Борознов. – Макеевка : ДонНАСА, 2014. – 222 с. : ил.

⁹ Разработка историко-архитектурного опорного плана г. Макеевки и зон охраны памятников архитектуры [Текст] : Отчёт о создании научно-проектной продукции по договору № 109-01 АС от 03.11.2009 г. : утвержден приказом Мин. Культуры Украины № 551/0/16-11 от 21.07.2011 г. В 2 ч. Раздел 1. Историко-архитектурный опорный план г. Макеевки / Донбасская национальная академия строительства и архитектуры ; Е. А. Гайворонский, А. В. Губанов, Н. В. Шолух, С. А. Борознов. – Макеевка, 2011. – 222 с.

выявлены авторы их архитектурных проектов¹⁰. В работах Р. Н. Липуги, Е. А. Гайворонского¹¹, С. Н. Точёной¹² рассматриваются региональные особенности формирования и развития архитектуры зданий и сооружений на территории Донбасса, в том числе применительно к объектам кирпичного стиля конца XIX - начала XX вв. При этом, в упомянутых работах не были решены вопросы комплексного научно-обоснованного построения типологии объектов кирпичного стиля конца XIX - начала XX вв. на территории Донбасса.

Вопросы сохранения и ревитализации объектов исторического наследия, в том числе зданий, сооружений и их комплексов кирпичного стиля конца XIX – начала XX вв., активно обсуждаются в современной архитектурной науке и практике. Ряд исследований посвящены анализу типологических особенностей зданий кирпичного стиля в различных регионах России и Европы, выявлению их исторической ценности и разработке методов сохранения^{13,14,15,16,17,18,19,20,21,22}. При этом, в этих исследованиях не затрагивалась научная проблема современной архитектурной реинтеграции объектов кирпичного стиля конца XIX – начала XX вв. в условиях Донбасса, в том числе типологические предпосылки её решения.

ЦЕЛЬ СТАТЬИ

Целью данной статьи является выявление и анализ типологических предпосылок современной архитектурной реинтеграции объектов кирпичного стиля конца XIX – начале XX вв. в городах Донбасса на основе анализа их исторической типологической принадлежности, функциональных, конструктивных, композиционных и стилистических особенностей, а также влияния социокультурных и экономических факторов.

¹⁰ Гайворонский, Е. А. Архитекторы Донбасса : биографический справочник / Е. А. Гайворонский. – Макеевка, ГОУ ВПО «ДОННАСА», 2021. – Москва: Издательство «Перо», 2021. – 788 с. ISBN 978-5-00189-364-6

¹¹ Региональные особенности формирования и развития архитектуры зданий и сооружений в городах Донбасса. Дисс. на соиск. уч. ст. докт. арх. Гайворонского Е. А. в 2-хт. – Макеевка., 2017. – с. 407. с прил. и илл. http://donnasa.ru/upload/files/dissertation_gayvoronskiy.pdf

¹² Точёная, С. Г. К вопросу о региональных особенностях гражданской архитектуры посёлка Юзовка конца XIX – начала XX вв. / С. Г. Точёная // Проблемы архитектуры и градостроительства. Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, Выпуск 2012_4(96). – С. 117–122. – URL :

¹³ Орехов, А. Н. Кирпичный «стиль» в архитектуре учебных заведений Ростова-на-Дону конца XIX – начала XX веков / А. Н. Орехов // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова 2024, № 8 – С. 85-97. –URL : http://dspace.bstu.ru/bitstream/123456789/4794/1/8_Orekhov.pdf (дата обращения 04.05.2025)

¹⁴ Парамонова, М. Н. «Кирпичный стиль» в архитектуре Петербурга второй половины XIX века / М. Н. Парамонова // Пятые открытые слушания «Института Петербурга». Ежегодная конференция по проблемам Петербурговедения. 10–11 января 1998 года. Региональная общественная организация «Институт Петербурга». – URL: https://institutspb.ru/pdf/hearings/05-10_Paramonova.pdf (дата обращения: 04.05.2025).

¹⁵ Береговина, Н. Б. Тенденции «кирпичного» стиля в творчестве кубанских зодчих конца XIX – начала XX вв.: историко-архитектурный аспект изучения / Н. Б. Береговина. – Текст : непосредственный // Технические науки: проблемы и перспективы : материалы II Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, апрель 2014 г.). – Т. 0. – Санкт-Петербург : Заневская площадь, 2014. – С. 98-105. – URL : <https://moluch.ru/conf/tech/archive/89/5449/> (дата обращения: 04.05.2025).

¹⁶ Давидич, Т. Ф. Анализ развития «кирпичного стиля», его ведущие представители Виктор Шрётер и Иероним Китнер / Т. Ф. Давидич // Архитектура Scientific Journal «ScienceRise» №4(57)2019. – С. 6-13. DOI: 10.15587/2313-8416.2019.165104 – URL : https://www.researchgate.net/publication/332926727_Analysis_of_the_development_of_brick_style_its_leading_representatives_victor_schroeter_and_jerome_kitner (дата обращения: 04.05.2025).

¹⁷ Иванова-Ильинчёва, А. М. Рационалистические тенденции в архитектуре городов Нижнего Дона и Приазовья второй половины XIX – начала XX вв. (на примере Таганрога, Ростова-на-Дону, Нахичевани-на-Дону, Новочеркасска). специальность 18.00.01 «Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия»: автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата архитектуры / А. М. Иванова-Ильинчёва. – Москва, 2000. – 29 с. – URL : <https://www.dissertat.com/content/ratsionalisticheskie-tendentsii-v-arkhitekture-gorodov-nizhnego-dona-i-priazovya-vtoroi-polo/read> (дата обращения: 04.05.2025).

¹⁸ Чекаева, Р. У. Развитие кирпичной архитектуры жилых зданий г. Костаная XIX – нач. XX вв. / Р.У. Чекаева. – URL : https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/196192/1/Чекаева_РАЗВИТИЕ%20КИРПИЧНОЙ%20АРХИТЕКТУРЫ.pdf (дата обращения: 04.05.2025).

¹⁹ Лисицына, А. В. «Кирпичный стиль» рубежа XIX-XX вв. в архитектуре малых и средних городов Нижегородской области / А. В. Лисицына. - (Керамические строительные материалы). - Текст : непосредственный // Строительные материалы. - 2019. - № 4. - С. 50-55 : ил. - Библиогр.: с. 55 (15 назв.). - ISSN 0585-430X.

²⁰ Инчик, В. В. «Кирпичный стиль» и получение лицевого кирпича в Санкт-Петербургской губернии в XIX веке // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 5. С. 117–122. DOI: 10.23968/1999-5571-2018-15-5-117-122

²¹ Крылова, О. Ф. «Кирпичный стиль» середины XIX – начала XX вв. в архитектуре города Павлово // Приволжский научный журнал. 2016. № 3. С. 80–85.

²² Крылова, О. Ф. Развитие «кирпичного стиля» в архитектуре Нижнего Новгорода середины XIX – начала XX вв. // Приволжский научный журнал. 2017. № 1. С. 96–100.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для достижения поставленной цели были использованы методы исследования:

- историко-архивный анализ архивных материалов, проектной документации и исторических фотографий, позволяющих выявить особенности формирования кирпичного стиля указанного периода на территории Донбасса;
- натурные обследования сохранившихся объектов кирпичного стиля в городах Донбасса, фиксация их текущего состояния, выявление типологических характеристик и проблем, связанных с их эксплуатацией;
- типологический анализ: классификация объектов кирпичного стиля по функциональному назначению, конструктивным особенностям, композиционным приемам и стилистическим характеристикам.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исторический контекст использования кирпичного стиля в архитектуре зданий и сооружений на территории Донбасса. В конце XIX – начале XX вв., в период

активного промышленного развития Донбасса, кирпичный стиль стал одним из наиболее распространенных архитектурных направлений в регионе. Это было обусловлено приходом в регион предпринимателей из стран, где этот стиль в это время активно использовался и развивался, наличием местных ресурсов (глины и угля для обжига кирпича), относительной дешевизной и доступностью материала, а также вопросами практичности и экономичности строительства и эксплуатации, не исключая выразительных возможностей и декоративных свойств кирпича. Кирпичный стиль использовался при строительстве зданий, сооружений (и их комплексов) промышленного и гражданского характера: жилых, общественных, культовых, учебных и других.

Типологическая принадлежность объектов кирпичного стиля конца XIX – начала XX вв. на территории Донбасса. Объекты кирпичного стиля в регионе отличаются широким типологическим разнообразием (табл. 1), которое обусловлено значительными общими объемами строительства в период промышленного освоения территории, функциональным назначением зданий, конструктивными особенностями, стилистическими предпочтениями заказчиков и архитекторов – выходцев из разных стран.

Таблица 1.

Типологические особенности объектов кирпичного стиля конца XIX – начала XX вв. на территории Донбасса

| Типологическая принадлежность объектов | Наиболее характерные объекты | Общая характеристика архитектурных решений объектов | 1 | 2 | 3 |
|--|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 |
| Промышленные здания и сооружения | комплексы зданий и сооружений фабрик, заводов, шахт; большепролетные здания и сооружения, дымовые трубы, паравозные депо, водонапорные башни, склады, пожарные станции и депо | функциональность, рациональность, лаконичность форм, практичность, целесообразность, экономичность решений | | | |
| Объекты инженерной инфраструктуры | мосты, путепроводы | функциональность, рациональность, лаконичность форм, практичность, целесообразность, экономичность решений, сочетание объемов из кирпича и металлоконструкций | | | |
| Жилые здания | особняки | разнообразие планировочных решений и декоративных элементов малоэтажные (1-3 этажа) | | | |
| | доходные дома | репрезентативность, выразительность, функциональность, малоэтажные (2-3 этажа) | | | |
| | жилые дома | простота форм, функциональность одноэтажные | | | |
| | рабочие казармы | простота форм, функциональность одноэтажные | | | |
| Здания торговли | магазины | репрезентативность, выразительность, функциональность | | | |
| Зрелищные | театры | репрезентативность, выразительность, функциональность | | | |
| | кинотеатры | репрезентативность, выразительность, функциональность часто в приспособленных зданиях и помещениях | | | |
| Здания здравоохранения | больницы | репрезентативность, выразительность, функциональность | | | |
| Административные здания | попечительские советы, городские думы, земские управы | репрезентативность, выразительность, функциональность | | | |

| 1 | 2 | 3 |
|------------------------------|---|---|
| Общественные здания | общественное собрание, дворянское собрание | репрезентативность, выразительность |
| Здания финансовых учреждений | банки, кредитные конторы | репрезентативность, выразительность, функциональность |
| Культовые объекты | церкви, часовни, молельные дома, колокольни, соборы, мечети, синагоги | монументальность, духовность, символизм, стиль, использование классических форм |
| Здания учебных заведений | школы, гимназии, училища, институты | репрезентативность, выразительность, функциональность |
| | | иногда в приспособленных зданиях и помещениях |

Функциональные, конструктивные, композиционные и стилистические особенности объектов кирпичного стиля

Здания кирпичного стиля характеризуются следующими особенностями (рис. 1):

- **функциональность:** рациональная планировка, удобство использования помещений, соответствие здания требованиям функционального назначения;

- **конструктивность:** использование кирпичной кладки для формирования несущих элементов, сводов, арок и других конструктивных элементов и приемов, характерных для кирпичной архитектуры;

- **композиция:** модульность, четкое членение фасадов, использование ритма, симметрии и других композиционных приемов, создание выразительного силуэта здания;

- **стиль:** эклектика, сочетание элементов различных архитектурных стилей (классицизма, модерна, неоготики и др.), использование декоративных элементов из кирпича (карнизы, пояски, наличники, русты и др.).

Возможности современной архитектурной реинтеграции объектов кирпичного стиля конца XIX – начала XX вв. на территории Донбасса

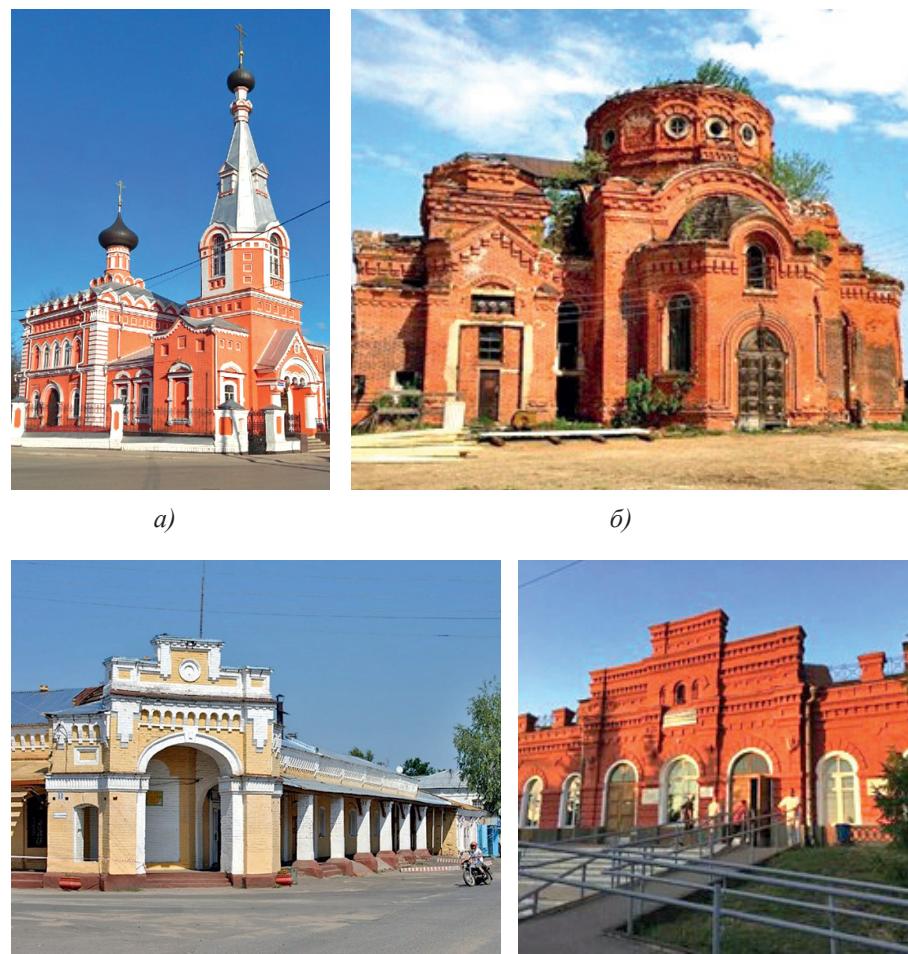
Современные вызовы, связанные с сохранением и адаптацией объектов кирпичного стиля в регионе, обусловлены следующими факторами:

- физический износ объектов, требующих ремонта и реконструкции;

- устаревшие планировочные решения, не отвечающие современным функционально-технологическим и нормативным требованиям;

- недостаточная энергоэффективность объектов, необходимость модернизации инженерных систем;
- несоответствие зданий требованиям безопасности (пожарной, сейсмической и др.).

Возможности реинтеграции объектов кирпичного стиля в современную городскую среду связаны с их исторической и культурной ценностью, а также с потенциалом их использования для различных функций (жилье, офисы, торговля, культура, туризм и др.) (рис. 1).



a)

б)

в)

г)

Рис. 2. Примеры объектов кирпичного стиля здания (церковные, железнодорожные, торговые):

а – Семенов, старообрядческая церковь Николая Чудотворца (ул. Володарского, 10), 1916 г.; б – Горбатов, единоверческая церковь Успения (ул. Первого Мая, 26), 1900 г., арх.

А. И. Шмаков; в – Арзамас, железнодорожный вокзал (ул. Станционная, 16а), 1901 г.; г – Ветлуга, торговые ряды (ул. Алешкова, 77а), 1900 г., арх. Н. Л. Шевяков

ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ



Рис. 1. Анализ типологических особенностей современной архитектурной реинтеграции объектов кирпичного стиля конца XIX – начала XX вв. на территории Донбасса

ВЫВОДЫ

Выявлены и проанализированы типологические предпосылки современной архитектурной реинтеграции зданий и сооружений кирпичного стиля конца XIX – начала XX вв. в городах Донбасса, позволившие сформулировать требования на архитектурно-градостроительном, функционально-планировочном, конструктивно-техническом, объёмно-пространственном и композиционно-стилистическом уровнях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борознов, С. А. Интеграция как средство объединения исторической и современной застройки / С. А. Борознов, Е. А. Гайворонский // Строительство – формирование среды жизнедеятельности: сборник трудов XX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных (26–28 апреля 2017 г., Москва). — Электрон. дан. и прогр. — Москва: Издательство МГСУ, 2017. — С. 24–26. — ISBN 978-5-7264-1660-1. — URL: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkrdostupa/> (дата обращения: 04.05.2025).
2. Борознов, С. А. Концепция функционально-планировочной организации социального жилья на основе использования объектов исторической застройки / С. А. Борознов, Е. А. Гайворонский // Развитие строительного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства в Донецкой Народной Республике: электронный сборник научных трудов I Республиканской научно-практической конференции (с международным участием), 12 декабря 2018 г. — Макеевка: ГОУ ВПО «ДОННАСА», 2019. — С. 120–123. — URL: http://donnasa.ru/publish_house/journals/studconf/2018/Sbornik_APRG_2018.pdf (дата обращения: 04.05.2025).
3. Гайворонский, Е. А. Проблема архитектурно-градостроительной реконструкции и реставрации исторических объектов транспортного назначения на территории Донбасса / Е. А. Гайворонский, С. А. Борознов, Е. И. Воробьёв // Проблемы архитектуры и градостроительства. — Вып. 2022-4(150). — Макеевка, 2022. — С. 66–70. — ISSN 2519-2817 (Online). — URL: [http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2021/vestnik_2021-4\(150\).pdf](http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2021/vestnik_2021-4(150).pdf) (дата обращения: 04.05.2025).
4. Гайворонский, Е. А. Проблема сохранения постиндустриального наследия при реновации недействующих угольных шахт в условиях Донбасса / Е. А. Гайворонский // Проблемы архитектуры и градостроительства. — 2025. — Вып. 2025-2(169). — С. 237–243.
5. Гайворонский, Е. А. Современная архитектурно-градостроительная реинтеграция объектов кирпично-го модернизма конца XIX – начала XX вв. в городах Донбасса: постановка проблемы / Е. А. Гайворонский, И. А. Хрипков // Проблемы архитектуры и градостроительства. — 2024. — Вып. 2024-2(166). — С. 237–243. — URL: [http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2024/2024-2\(166\)/st_33_gayvoronskiy_khipkov.pdf](http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2024/2024-2(166)/st_33_gayvoronskiy_khipkov.pdf) (дата обращения: 04.05.2025).
6. Липуга, Р. Н. Архитектурно-планировочная организация православных храмов Юго-Восточной Украины с учётом их исторического развития: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Р. Н. Липуга; специальность 05.23.21 «Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности». — Макеевка, 2015. — 20 с.
7. Лисицына, А. В. «Кирпичный стиль» рубежа XIX–XX веков в архитектуре малых и средних городов Нижегородской области / А. В. Лисицына // Строительные материалы. — 2019. — № 4. — С. 50–55. — Библиогр.: с. 55 (15 назв.). — ISSN 0585-430X.
8. Gaivoronskyi Y.A. Modern Architectural and Urban Planning Reintegration of Cultural Heritage Objects in the Donbass Cities / Y.A. Gaivoronskyi, M.A. Chernysh, S.A. Boroznov // Lecture Notes in Civil Engineering. — Cham: Springer, 2022. — Vol. 227. — P. 14. — DOI: 10.1007/978-3-030-94770-5_14. — EDN: LOWCYJ. — ISBN: 978-3-030-94769-9. — URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-94770-5_14 (дата обращения: 04.05.2025).
9. Кузик, И. А. Опыт реконструкции торговых территорий / И. А. Кузик, С. А. Борознов. — Текст : непосредственный // Строитель Донбасса. — 2021. — Выпуск 2-2021. — С. 4-8. — ISSN 2617-1848.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Щербакова Дарья Эдуардовна – ассистент кафедры градостроительства, реконструкции и реставрации архитектурного наследия Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: реконструкция и реставрация архитектурного наследия, кирпичный модерн, здания и сооружения кирпичного стиля, архитектура, градостроительство.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Shcherbakova Daria E. – Assistant at the Department of Urban Planning, Reconstruction and Restoration of Architectural Heritage, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Research interests: reconstruction and restoration of architectural heritage, brick modernism, brick-style buildings and structures, architecture, urban planning.

REFERENCES

1. Boroznov, S.A. and Gayvoronskiy, E.A., 2017. Integration as a means of combining historical and modern development. In: Construction – Formation of Living Environment: Collection of Papers from the XX International Interuniversity Scientific-Practical Conference of Students, Masters, Postgraduates and Young Scientists (26–28 April 2017, Moscow). [e-book] Moscow: MGSU Publishing. pp. 24–26. ISBN 978-5-7264-1660-1. Available at: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkrdostupa/> (Accessed: 04 May 2025).
2. Boroznov, S.A. and Gayvoronskiy, E.A., 2019. Concept of functional-planning organization of social housing based

- on historical development. In: *Development of Construction Complex and Housing and Utilities Sector in the Donetsk People's Republic: Electronic Collection of Research Papers of the I Republican Scientific-Practical Conference (with International Participation), 12 December 2018. Makeevka: FGOU VPO "DONNASA". pp. 120–123. Available at: http://donna.su/publish_house/journals/studconf/2018/Sbornik_AP RG_2018.pdf (Accessed: 04 May 2025).*
3. Gayvornskiy, E.A., Boroznov, S.A. and Vorobyov, E.I., 2022. *The problem of architectural and urban reconstruction and restoration of transport-related historical objects in the Donbass region. Problemy arkhitektury i gradostroitelstva*, Issue 2022-4(150), pp. 66–70. ISSN 2519-2817 (Online). Available at: [http://donna.su/publish_house/journals/vestnik/2021/vestnik_2021-4\(150\).pdf](http://donna.su/publish_house/journals/vestnik/2021/vestnik_2021-4(150).pdf) (Accessed: 04 May 2025).
4. Gayvornskiy, E.A., 2025. *The issue of preserving post-industrial heritage during the renovation of decommissioned coal mines in the Donbass region. Problemy arkhitektury i gradostroitelstva*, Issue 2025-2(169), pp. 237–243.
5. Gayvornskiy, E.A. and Khipkov, I.A., 2024. *Modern architectural and town-planning reintegration of late XIX – early XX century brick-modernism buildings in Donbass cities: problem statement. Problemy arkhitektury i gradostroitelstva*, Issue 2024-2(166), pp. 237–243. Available at: [http://donna.su/publish_house/journals/vestnik/2024/2024-2\(166\)/st_33_gayvoronskiy_khipkov.pdf](http://donna.su/publish_house/journals/vestnik/2024/2024-2(166)/st_33_gayvoronskiy_khipkov.pdf) (Accessed: 04 May 2025).
6. Lipuga, R.N., 2015. *Architectural and planning organization of Orthodox temples in Southeast Ukraine considering their historical development [Dissertation abstract]. Makeevka: Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture. 20 pp.*
7. Lisitsyna, A.V., 2019. «Brick style» of the late XIX – early XX centuries in architecture of small and medium-sized cities of Nizhny Novgorod region. *Stroitelnye Materialy*, (4), pp. 50–55. *Bibliography*: p. 55 (15 titles). ISSN 0585-430X.
8. Gaivoronskiy, Y.A., Chernysh, M.A. and Boroznov, S.A., 2022. *Modern architectural and urban planning re-integration of cultural heritage objects in the Donbass cities. Lecture Notes in Civil Engineering*, vol. 227, pp. 14. Cham: Springer. DOI: 10.1007/978-3-030-94770-5_14. EDN: LOWCYJ. ISBN: 978-3-030-94769-9. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-030-94770-5_14 (Accessed: 04 May 2025).
9. Kuzik, I.A. and Boroznov, S.A., 2021. *Experience in the reconstruction of commercial areas. The Builder of Donbass*, (2–2021), pp. 4–8. ISSN 2617-1848.

Статья поступила в редакцию 30.04.2025; одобрена после рецензирования 16.05.2025; принята к публикации 23.05.2025.

The article was submitted 30.04.2025; approved after reviewing 16.05.2025; accepted for publication 23.05.2025.

Строитель Донбасса. 2025. Выпуск 2-2025 С. 70-76. ISSN 2617–1848 (print)
The Builder of Donbass. 2025. Issue 2-2025. P. 70-76. ISSN 2617–1848 (print)

Научная статья

УДК 681.2

doi: 10.71536/sd.2025.2c31.10

РАЗРАБОТКА ФОТОЛИТИЧЕСКОЙ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Ольга Олеговна Ахмедова¹, Дмитрий Игоревич Спиридовонов², Ольга Сергеевна
Атрашенко³, Татьяна Васильевна Копейкина⁴, Михаил Владимирович Панасенко⁵

^{1,2,3,4,5}Камышинский технологический институт (филиал) Волгоградского государственного технического
университета, Волгоградская область, Камышин, Россия

¹Ahmedova-olga@mail.ru, ²Spiridonov.dinirij.01@mail.ru, ³olgapasmenko@yandex.ru,

⁴kopeikina.tania@yandex.ru, ⁵panascnkom@mail.ru

Аннотация. В статье произведен анализ статистических показателей, определяющих уровень загрязнений поверхностных вод: определены регионы с наибольшим количеством случаев высокого уровня загрязнения водных ресурсов, представлено распределение количества загрязнений по загрязняющим веществам. Основными причинами сложившейся ситуации является сброс в водоемы недоочищенной воды промышленными предприятиями, отсутствие возможности контролировать и очищать диффузные стоки и практически полное отсутствие очистных сооружений в сельских населенных пунктах. Для рационального использования водных ресурсов предлагается технология фотолитической очистки сточных вод бытовых потребителей для дальнейшего ее использования в системе ирригации. В результате обработки не образуются канцерогенные соединения, и установка полностью автоматически определяет необходимую дозу и время воздействия. Данная технология является не только ресурсосберегающей, но и позволяет повысить показатели урожайности сельских угодий при поливе водой, обогащенной кислородом.

Ключевые слова: загрязнение поверхностных водоемов, очистка сточных вод, озонирование, повторное использование очищенных стоков, фотолитическое озонирование

Original article

DEVELOPMENT OF A PHOTOLYTIC RESOURCE-SAVING WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGY FOR REUSE

Olga O. Ahmedova¹, Dmitry I. Spiridonov², Olga S. Atrashchenko³,
Tatyana V. Kopeikina⁴, Mikhail V. Panasenko⁵

^{1,2,3,4,5}Kamyshin Technological Institute (branch) of Volgograd State Technical University, Volgograd Region,
Kamyshin, Russia

¹Ahmedova-olga@mail.ru, ²Spiridonov.dinirij.01@mail.ru, ³olgapasmenko@yandex.ru, ⁴kopeikina.tania@yandex.
ru, ⁵panascnkom@mail.ru

Abstract. The article presents an analysis of statistical indicators that determine the level of surface water pollution. Areas with the highest number of cases of severe water contamination are identified. The distribution of pollution by pollutants is presented. The main causes of the current situation include the discharge of inadequately treated wastewater from industrial enterprises into water bodies, the inability to monitor and treat diffuse runoff, and the almost complete lack of wastewater treatment facilities in rural settlements.

For ensuring rational use of water resources, a photolytic wastewater treatment technology for domestic consumers enabling its further use in irrigation systems is proposed. As a result of the treatment process, no carcinogenic compounds are formed, and the system automatically determines the required dosage and exposure time. This technology is not only resource-saving but also contributes to increased crop yields in agricultural land when irrigated with oxygen-enriched water.

© Ахмедова О. О., Спиридовон Д. И., Атрашенко О. С., Копейкина Т. В., Панасенко М. В., 2025



**Ахмедова
Ольга
Олеговна**



**Спиридонос
Дмитрий
Игоревич**



**Амрашенко
Ольга
Сергеевна**



**Копейкина
Татьяна
Васильевна**



**Панасенко
Михаил
Владимирович**

Keywords: surface water pollution, wastewater treatment, ozonation, reuse of treated wastewater, photolytic ozonation

ВВЕДЕНИЕ

Проблема качественного водоснабжения в последнее время вышла на первое место, т.к. доступность воды нормативных показателей во многом определяет социально-экономическое развитие страны. В производственной деятельности 98 % экономического сектора используют воду. Остро стоит проблема ограниченности ресурса, вследствие наличия всего 1 % пресной питьевой воды в мире. На сегодняшний день многие страны уже столкнулись с нехваткой пригодных водных ресурсов, системы водоподготовки и водоотведения необходимо модернизировать, внедряя перспективные методы очистки и технологические схемы, позволяющие рационально использовать водные ресурсы и сохранять их качество.

1. Анализ текущей ситуации в области загрязнения водных объектов

Согласно данным Роспотребнадзора количество случаев экстремально высокого загрязнения водоемов в первом полугодии 2022 г. по сравнению с тем же периодом 2021 г. уменьшилось на 28 %, но на 15 % возросли случаи высокого загрязнение рек, озер и т.д., что наносит не менее серьезный вред экологии (рис. 1).

Максимальный процент экстремально высоких и высоких уровней загрязнений поверхностных вод из общего количества случаев был зафиксирован в Свердловской, Московской и Мурманской областях (рис. 2).

Источником загрязнений водоемов явились 24 вещества и фиксировались отклонения по пяти показателям качества воды (рис. 3). К прочим видам загрязнений от-

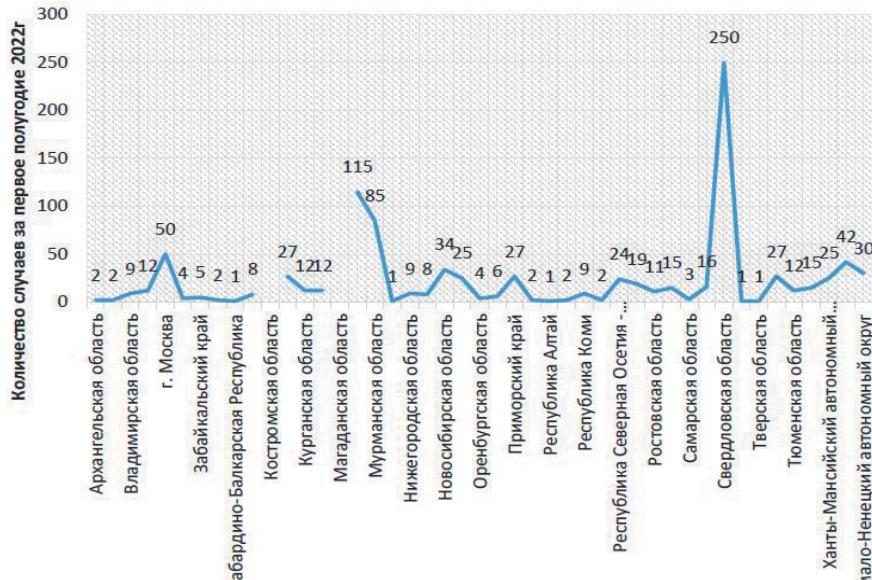


Рис. 1. Количество случаев высокого загрязнения водных объектов с января по июнь 2022 г.

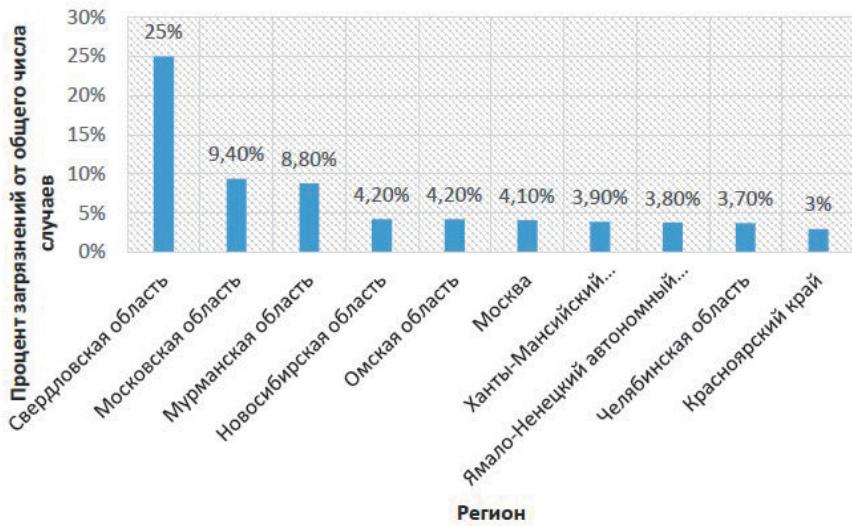


Рис. 2. Процент случаев загрязнения водоемов по областям

несены нефтепродукты, бензпирен, сульфаты, фосфаты, хлориды, фториды, фенолы, соединения молибдена, ртути, свинца, кадмия, мышьяка, натрия, шестивалентного хрома, трудноокисляемые органические вещества, дитиофосфат крезиловый, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), метanol, а также загрязнения, выявленные по органолептическим показателям [1-3].



Рис. 3. Распределение количества загрязнений поверхностных вод по загрязняющим веществам

2. Анализ причин сложившейся ситуации

Основной причиной значительного содержания загрязняющих веществ в пресных водоемах является сброс 88 % не дочищенных до требуемого уровня сточных вод, жители сельской местности около 95 % не имеют подключения к центральной канализации с очистными сооружениями. Кроме того, остро стоит вопрос реконструкции существующих систем водоочистки, которые в силу значительного морального и физического износа не эффективно выполняют свои функции. Около 90 % станцию водоочистки имеют изношенное оборудование.

К системе централизованного водоснабжения подключено примерно 2/3 населения страны, их которых 99 % удельного веса занимают города, 92 % поселки городского типа и 31 % – сельские населенные пункты. В сфере водоотведения удельный вес городов, имеющих канализацию, составляет 97 %, поселков городского типа – 80 %, сельских населенных пунктов – 5 %. В год в населенных пунктах разных типов образуется около 13,8 млрд. куб сточных вод, из них 89 % проходят через очистные сооружения, но только 45 % очищаются до требуемых норм качества. В Карачаево-Черкесской Республике, Чеченской Республике, Омской, Новгородской и Псковской областях этот показатель не превышает 2 %.

Потребление воды в год в Российской Федерации составляет 60 км³, половина идет на нужды промышленных предприятий, которые должны очищать свои сточные воды перед сбросом в водоем, 20% поступает к населению на хозяйственно-бытовые нужды, т.к. жители городов подключены к центральной системе канализации, то эти стоки так же должны проходить этапы очистки, 13 % воды потребляется сельскохозяйственной отраслью, 6 % относится к прочим расходам [3, 4].

В сельских поселениях проживает около 40 млн. человек, основным источником воды являются поверхностные воды. Исходя из экономической целесообразности, водоснабжение потребителей данной категории рационально осуществлять от существующих локальных очистных сооружений после их модернизации. Локальные системы водоснабжения и водоотведения обладают рядом преимуществ по сравнению с централизованными системами, такими как:

1) существует возможность контролировать и распределять потребление водных ресурсов на питьевые и технические цели, т.е. появляется возможность развести потоки по требуемым показателям качества очищенной воды;

2) отсутствует проблема повторного загрязнения питьевой воды, проходящей по длинным трубопроводам изношенной системы водоподачи;

3) появляется возможность повторного использования очищенной сточной воды в технических целях;

4) применение системы озонирования либо фотолитического озонирования в системе очистки сточных вод позволит при повторном ее использовании для полива повысить урожайность до 15 %.

3. Анализ существующих методов очистки сточных вод

В подавляющем большинстве на существующих крупных очистных станциях в качестве окислителя использую хлор-газ Cl₂, диоксид хлора ClO₂, гипохлорид натрия NaClO и гипохлорид кальция Ca(ClO)₂. Несмотря на высокую эффективность в отношении патогенных бактерий, хлорирование при дозе остаточного хлора 1,5 мг/л не обеспечивает необходимый эпидемической безопасности в отношении вирусов. Хлороорганические соединения, по данным многочисленных советских и зарубежных исследователей, по отношению к человеку обладают высокой токсичностью, мутагенностью и канцерогенностью, способны аккумулироваться в донных отложениях, тканях гидробионтов и в конечном счёте по трофическим путям попадать в организм человека. Эти соединения обладают высокой стойкостью к биодеструкции и вызывают загрязнение рек на значительных расстояниях вниз по течению.

Альтернативой хлорированию является озонирование сточных вод. Озон – активный окислитель, эффективное средство для очистки и обеззараживания, также он не образует опасных продуктов распада после взаимодействия в воде остается лишь кислород [6, 7]. Применение технологии озонирования позволяет устранять органические и неорганические загрязнения природного и антропогенного происхождения (фенолы, нефтепродукты, амины, пестициды, СПАВ) (рис. 4), может применяться для очистки цветных и высоко цветных вод от соединений железа, марганца, повышает эффективность обеззараживания воды по микробиологическим и паразитологическим показателям (рис. 5).

Для повышения эффективности озонирования можно использовать эффект синергии применения озона и ультрафиолетового излучения – фотолитическое озонирование. Данная технология позволяет производить очистку в течение нескольких секунд, за счет повышения окислительных свойств озона при ультрафиолетовом излучении на 50-70 % [8-10].

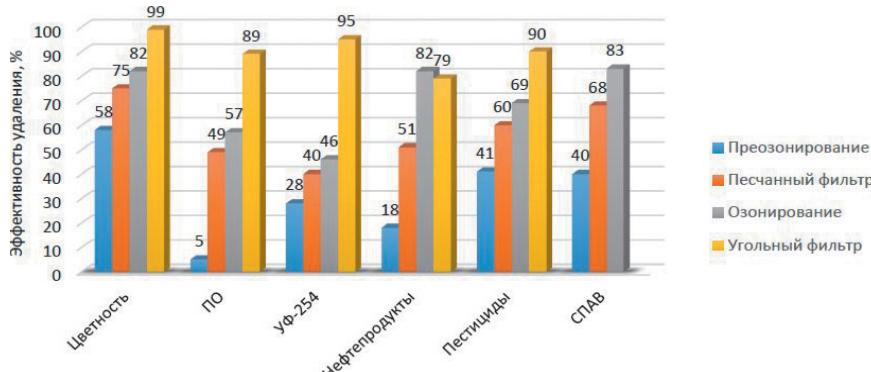


Рис. 4. Результативность процесса озонирования по химическим показателям

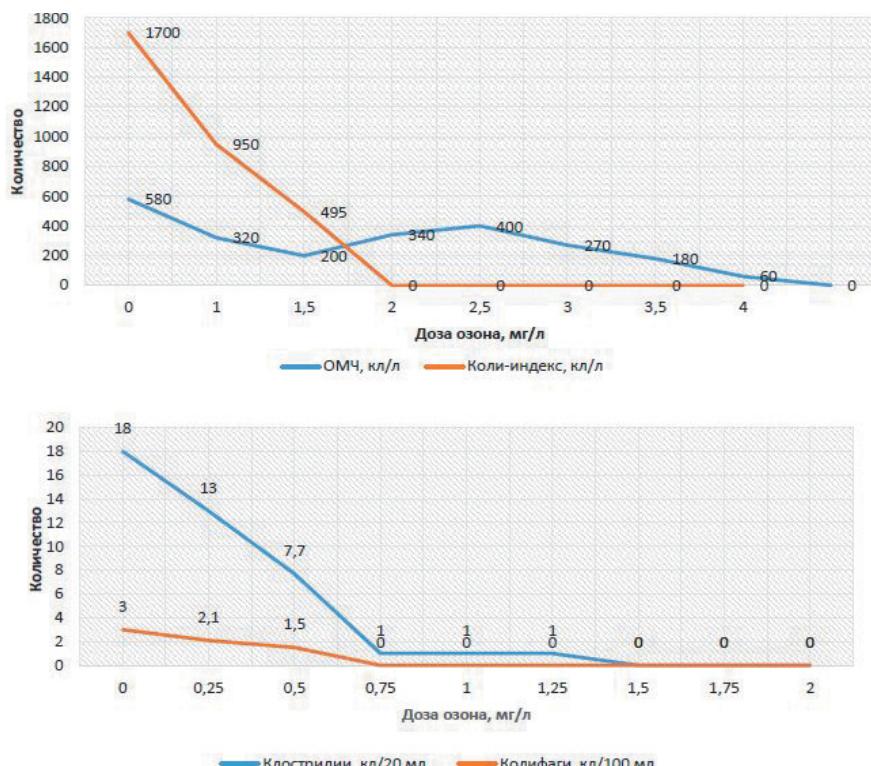


Рис. 5. Результативность озонирования по микробиологическим показателям

4. Разработка локальной фотолитической установки повторного использования сточных вод для ирригации

Современные методы очистки и обеззараживания сточных вод дают возможность бережно относиться к водным ресурсам и повторно использовать сточную воду, прошедшую фотолитическую обработку. Научно доказана эффективность полива озонированной водой. К основным преимуществам можно отнести:

- 1) увеличение урожайности культур за счет увеличения корневой массы растений;
- 2) увеличение дыхания и поступления питательных веществ за счет поступления воды, обогащенной кислородом;
- 3) уменьшение количества корневых патогенов;
- 4) ускорение созревания плодов и снижения нормы применения удобрений.

Как правило, жители сельской местности и владельцы фермерских хозяйств или сельхозугодий не устанавливают систему

озонирования воды из-за дополнительных капитальных затрат, но применение локальной установки позволит для полива применять уже использованную воду, обладающую лучшими физическими показателями по сравнению с получаемой из поверхностных источников.

В первичный резервуар локальной установки накопительного типа поступает сточная вода, затем при достижении определенного объема, вода поступает в фильтр грубой очистки для удаления крупных взвешенных частиц, процесс контролируется реле давления с манометром. На следующем этапе вода поступает в контактную емкость где происходит взаимодействие с озоно-воздушной смесью, нагнетаемой от генератора озона, и облучение ультрафиолетом, позволяющим усилить эффект озонирования и воздействовать на патогенные микроорганизмы. Затем вода идет на фильтр с песком и угольный фильтр, на которых задерживается осадок, образованный в процессе окисления при фотолитическом озонировании. Полностью очищенная вода накапливается в резервуаре и по мере необходимости поступает в систему полива (рис. 6).

Установка является полностью автоматически управляемой, в зависимости от объема поступающей сточной воды в первый резервуар, программа рассчитывает дозу и время воздействия для достижения требуемых параметров качества воды на выходе. Кроме того, не требуется постоянного обслуживания, т.к. отсутствуют вещества, которые необходимо вносить в воду или контролировать остаточный их параметр. На рис. 7 представлена зависимость времени разложения озона от первоначально внесенной дозы, следовательно, через 25 мин. озон полностью разрушается и остается только насыщенная кислородом вода пригодная для ирригации [11, 12-17].

Система автоматического контроля подаваемого озона в контактную камеру позволит уменьшить потребление электроэнергии установкой, т. к. величина удельного потребления озона изменяется во времени в процессе окислительной реакции и представляет собой функцию $R_s = f(t)$. При постоянстве массового расхода подаваемого озона функция изменения его концентрации в выходящей газовой смеси

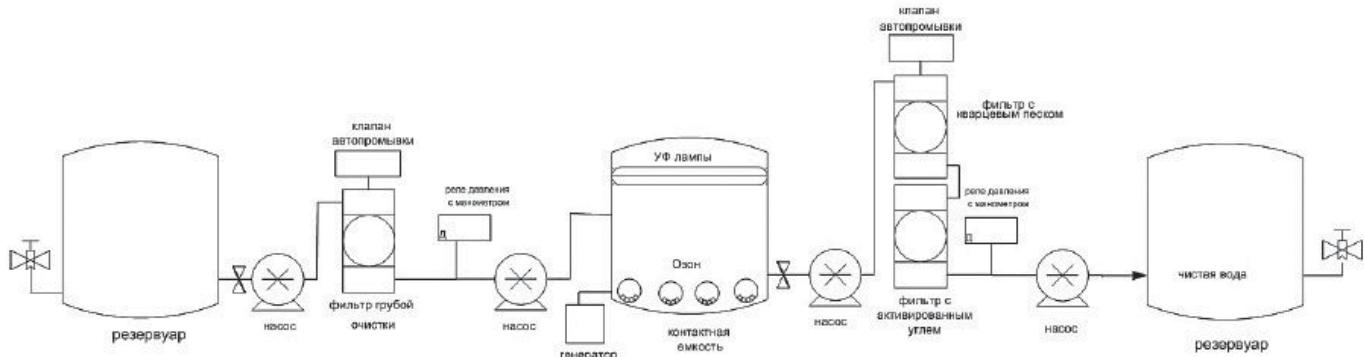


Рис. 6. Ресурсосберегающая локальная установка фотолитического озонирования

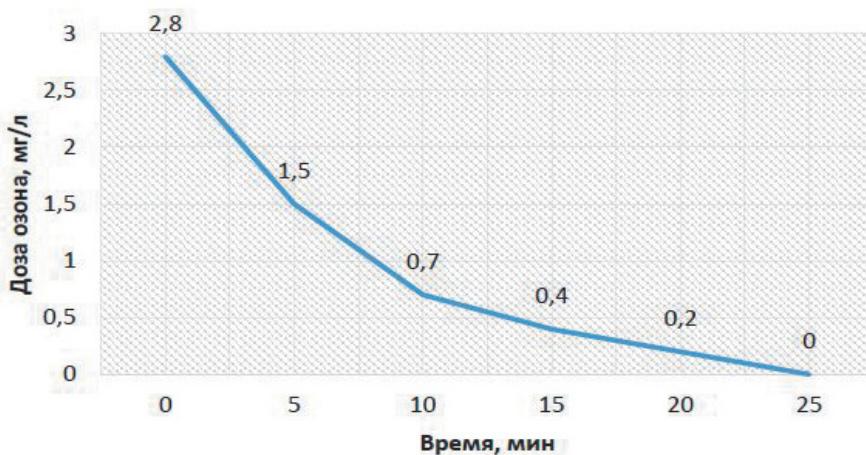


Рис. 7. Зависимость времени разложения озона от внесенной дозы

будет описываться кинетическим уравнением того же порядка, что и изменение концентрации окисляемого вещества.

Изменения концентрации озона на выходе из реактора можно записать уравнением, сходным по структуре с уравнением реакции первого порядка:

$$C_{Z_{ex}} = (C_{Z_{en}} - \Delta C_Z - C_{Z_s}) (1 - e^{-k_2 t}) + C_{Z_s}$$

где $C_{Z_{ex}}$ – концентрация озона в выходящем из реактора газе; $C_{Z_{en}}$ – концентрация озона в озоно-воздушной смеси, подаваемой в реактор; ΔC_Z – снижение концентрации озона при саморазложении без участия в химических реакциях; C_{Z_s} – начальная концентрация озона в выходящем из реактора газе; k_2 – константа скорости реакции потребления озона; t – период процесса озонирования [12].

На рис. 8 представлено изменение концентрации озона на выходе из реактора в зависимости от периода, протекающего процесса.

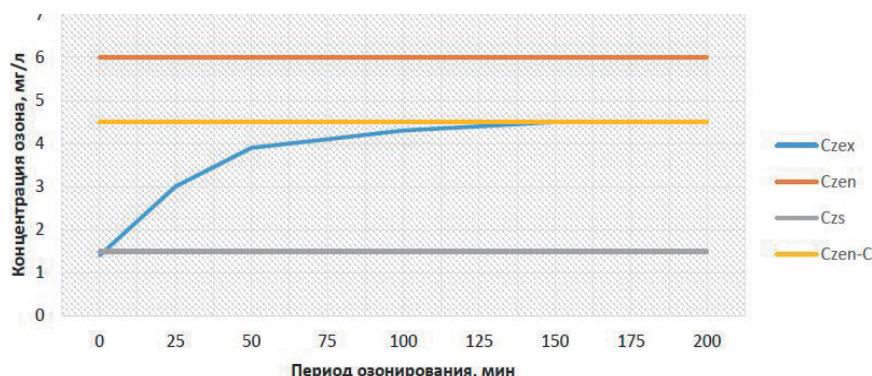


Рис. 8. Зависимость концентрации озона в выходящем из контактной камеры газе от периода озонирования

ВЫВОДЫ

Проблема природоохраны водных ресурсов с ростом промышленных предприятий вышла на первый план. Необходимо разрабатывать и внедрять ресурсосберегающие технологии повсеместно. Нормы показателей качества сбрасываемых сточных вод промышленными предприятиями регламентированы и контролируются государственными органами надзора. В сфере сельского хозяйства потребление водных ресурсов достигает 13 % и необходимо в этот сектор внедрить установки, помогающие уменьшить потребление чистой воды для технических целей путем повторного ее использования, и экономически выгодные для потребителей, позволяющие при первоначальных капитальных затратах в кратчайшие сроки получать выгоду не только от уменьшения затрат на оплату поливной воды, но и за счет увеличения урожайности с возделываемых земель. Применение локальной установки фотолитического озонирования отвечает предъявляемым требованиям, технология является полностью безопасной для использования потребителями, нет необходимости в постоянном контроле и обслуживании за счет автоматической системы контроля параметров и расчета оптимальной дозы вырабатываемого озона и ультрафиолетового излучения и времени воздействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Охрана окружающей среды в России. 2022: Статистический сборник / Росстат. — Москва, 2022. — 113 с.
2. СанПиН 2.1.4.1074—01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
3. Абузярова, Г. А. Современные возможности экоаналитики в экологическом контроле и очистке воды от загрязнений / Г. А. Абузярова // Естественные и технические науки. — 2014. — № 2(70). — С. 72–76.
4. Краснопевцева, И. В. Экономическая выгода и экологическая проблема/И. В. Краснопевцева, Е. А. Краснопевцева, Л. Н. Козина // Вестник НГИЭИ. — 2014. — № 12(43). — С. 42–48.
5. Научные основы повышения качества воды и экологической безопасности систем водоснабжения сельских поселений [Электронный ресурс]. — Электронная статья. — Режим доступа: <http://www.dslib.net/geoekologiya/nauchnye-osnovy-povyshenija-kachestva-vody-i-jekologicheskoy-bezopasnosti-sistem.html> (дата обращения: 04.05.2025).
6. Филиппов, Ю. В. Электросинтез озона / Ю. В. Филиппов, В. А. Вобликова, В. И. Пантелеев. — М.: Издательство Московского университета, 2008. — 237 с.
7. Агалакова, Л. М. Система регулирования концентрации озона / Л. М. Агалакова, В. И. Пантелеев // Материалы VI украинско-российской научно-практической конференции и V азиатско-европейской научно-практической конференции «Озон в биологии и медицине». — Одесса, 3–5 мая 2012 г.
8. Bertagna Silva D. Performance and kinetic modelling of photolytic and photocatalytic ozonation for enhanced micropollutants removal in municipal wastewaters / D. Bertagna Silva, A. Cruz-Alcalde, S. Esplugas // Applied Catalysis B: Environmental. — 2019. — Vol. 249. — P. 211–217.
9. Marce M. Ozonation treatment of urban primary and biotreated wastewaters: Impacts and modeling / M. Marce, B. Domenjoud, S. Esplugas, S. Baig // Chemical Engineering Journal. — 2016. — Vol. 283. — P. 768–777.
10. Cruz-Alcalde A. Abatement of ozone-recalcitrant micropollutants during municipal wastewater ozonation: Kinetic modelling and surrogate-based control strategies / A. Cruz-Alcalde, S. Esplugas, C. Sans // Chemical Engineering Journal. — 2019. — Vol. 360. — P. 1092–1100.
11. Moreira N.F. Photocatalytic ozonation of urban wastewater and surface water using immobilized TiO₂ with LEDs: Micropollutants, antibiotic resistance genes and estrogenic activity / N.F. Moreira, J.M. Sousa, G. Macedo [и др.] // Water Research. — 2016. — Vol. 94. — P. 10–22.
12. Emam E.A.T. Effect of ozonation combined with heterogeneous catalysts and ultraviolet radiation on recycling of gas-station wastewater / E.A. Emam // Egyptian Journal of Petroleum. — 2012. — Vol. 21. — P. 55–60.
13. Snyder E.G. The Changing Paradigm of Air Pollution Monitoring / E.G. Snyder, T.H. Watkins, P.A. Solomon, E.D. Thoma, R.W. Williams, G.S.W. Hagler, D. Shelow, D.A. Hindin, V.J. Kilaru, P.W. Preuss // Environmental Science & Technology. — 2013. — Vol. 47. — P. 11369–11377. — DOI: 10.1021/es4022602.
14. Водоснабжение сельскохозяйственное [Электронный ресурс]. — Электронная статья. — Режим доступа: <http://ru-ecology.info/term/67700/> (дата обращения: 04.05.2025).
15. Кондакова, Н. В. Оценка объектов окружающей среды под влиянием техногенной нагрузки перекрытий канализационных очистных сооружений / Н. В. Кондакова, Л. Н. Фесенко // Строитель Донбасса. — 2025. — Выпуск 1–2025. — С. 50–56. — ISSN 2617-1848.
16. Гулько, С. Е. Пути снижения воздействия на окружающую среду отходов ТЭС (на Донбассе) / С. Е. Гулько, Н. Г. Насонкина, Д. Г. Соколов [и др.] // Строитель Донбасса. — 2024. — Выпуск 1–2024. — С. 15–21. — ISSN 2617-1848.
17. Мовчан, С. И. Использование реагентов в технологии обработки сточных вод гальванического производства / С. И. Мовчан // Строитель Донбасса. — 2024. — Выпуск 1–2024. — С. 22–29. — ISSN 2617-1848.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Ахмедова Ольга Олеговна — кандидат технических наук, доцент кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий», декан факультета «Высшее образование» Камышинского технологического института Волгоградского государственного технического университета, Волгоградская область, Камышин, Россия. Научные интересы: повышения эффективности природоохранных систем; совершенствования технологий водоочистки; исследования процесса озонирования воздушных сред.

Спиридонос Дмитрий Игоревич — преподаватель кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий», факультет «Высшее образование» Волгоградского государственного технического университета, Волгоград, Россия. Научные интересы: физика плазмы; техника высоких напряжений.

Атрашенко Ольга Сергеевна — старший преподаватель кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий», факультет «Высшее образование» Волгоградского государственного технического университета, Волгоград, Россия. Научные интересы: инновационные технологии диагностики технического состояния электрооборудования; физические процессы в газах и жидкостях средах.

Копейкина Татьяна Васильевна — старший преподаватель кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий», факультет «Высшее образование» Волгоградского государственного технического университета, Волгоград, Россия. Научные интересы: диагностика электрооборудования; электрофизические способы очистки сточных вод.

Панасенко Михаил Владимирович — старший преподаватель кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий», факультет «Высшее образование» Волгоградского государственного технического университета, Волгоград, Россия. Научные интересы: диагностика электрооборудования; электрофизические способы очистки сточных вод.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Akhmedova Olga O. – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Department of Power Supply of Industrial Enterprises, Dean of the Faculty of Higher Education of the Kamyshinsky Technological Institute, Volgograd State Technical University, Volgograd Region, Kamyshin, Russia. Scientific interests: increasing the efficiency of environmental protection systems; improving water purification technologies; research of ozone air treatment processes.

Spiridonov Dmitry I. – Lecturer at the Department of Power Supply of Industrial Enterprises, Faculty of Higher Education of the Kamyshinsky Technological Institute, Volgograd State Technical University, Volgograd Region, Kamyshin, Russia. Scientific interests: plasma physics; high voltage engineering.

Atrashchenko Olga S. – Senior Lecturer at the Department of Power Supply of Industrial Enterprises, Faculty of Higher Education of the Kamyshinsky Technological Institute, Volgograd State Technical University, Volgograd Region, Kamyshin, Russia. Scientific interests: innovative technologies for diagnosing the technical condition of electrical equipment; physical processes in gases and liquid media.

Kopeikina Tatyana V. – Senior Lecturer at the Department of Power Supply of Industrial Enterprises, Faculty of Higher Education of the Kamyshinsky Technological Institute, Volgograd State Technical University, Volgograd Region, Kamyshin, Russia. Scientific interests: diagnostics of electrical equipment; electro-physical methods of wastewater treatment.

Panaseenko Mikhail V. – Senior Lecturer at the Department of Power Supply of Industrial Enterprises, Faculty of Higher Education of the Kamyshinsky Technological Institute, Volgograd State Technical University, Volgograd Region, Kamyshin, Russia. Scientific interests: diagnostics of electrical equipment; electro-physical methods of wastewater treatment.

REFERENCES

1. Abuzarova, G.A., 2014. Modern capabilities of ecoanalytics in environmental control and water purification from pollution. *Natural and Technical Sciences*, (2(70)), pp. 72–76.
2. Agalakova, L.M. and Panteleev, V.I., 2012. Regulation system for ozone concentration. In: Proceedings of the VI Ukrainian-Russian Scientific-Practical Conference and V Asia-European Scientific-Practical Conference “Ozone in Biology and Medicine”, Odessa, 3–5 May 2012.
3. Bertagna Silva, D., Cruz-Alcalde, A. and Esplugas, S., 2019. Performance and kinetic modelling of photolytic and photocatalytic ozonation for enhanced micropollutants removal in municipal wastewaters. *Applied Catalysis B: Environmental*, 249, pp. 211–217.
4. Central Statistical Office of Russia (Rosstat), 2022. Environmental Protection in Russia 2022: Statistical Collection. Moscow: Rosstat Publishing. 113 pp.
5. Cruz-Alcalde, A., Esplugas, S. and Sans, C., 2019. Abatement of ozone-recalcitrant micropollutants during municipal wastewater ozonation: Kinetic modelling and surrogate-based control strategies. *Chemical Engineering Journal*, 360, pp. 1092–1100.
6. Egyptian Ministry of Petroleum, 2012. Emam E.A.T. Effect of ozonation combined with heterogeneous catalysts and ultraviolet radiation on recycling of gas-station wastewater. *Egyptian Journal of Petroleum*, 21, pp. 55–60.
7. Environmental protection in Russia, 2022 [Online]. Moscow: Rosstat. Available at: <http://www.dslib.net/geoekologiya/nauchnye-osnovy-povyshenija-kachestva-vody-i-ekologicheskoy-bezopasnosti-sistem.html> (Accessed: 04 May 2025).
8. Fesenko, N.V. and Kondakova, N.V., 2025. Assessment of environmental objects under the influence of technogenic load of covered sewage treatment plants. *The Builder of Donbass*, (1–2025), pp. 50–56. ISSN 2617-1848.
9. Filippov, Y.V., Voblikova, V.A. and Panteleev, V.I., 2008. *Electrosynthesis of Ozone*. Moscow: Moscow University Press. 237 pp.
10. Gulko, S.E., Nasonkina, N.G. and Sokolov, D.G., 2024. Ways to reduce the environmental impact of thermal power plant waste in the Donbas region. *The Builder of Donbass*, (1–2024), pp. 15–21. ISSN 2617-1848.
11. Krasnopoetseva, I.V., Krasnopoetseva, E.A. and Kozina, L.N., 2014. Economic benefit and ecological problem. *Vestnik NGIEI*, (12(43)), pp. 42–48.
12. Marce, M., Domenjoud, B., Esplugas, S. and Baig, S., 2016. Ozonation treatment of urban primary and biotreated wastewaters: Impacts and modeling. *Chemical Engineering Journal*, 283, pp. 768–777.
13. Ministry of Health of the Russian Federation, 2001. SanPiN 2.1.4.1074–01: Drinking Water. *Hygienic Requirements to the Quality of Water in Centralized Drinking Water Supply Systems. Control of Quality*.
14. Moeschan, S.I., 2024. Use of reagents in the technology of treating galvanic production wastewater. *The Builder of Donbass*, (1–2024), pp. 22–29. ISSN 2617-1848.
15. Moreira, N.F., Sousa, J.M., Macedo, G. et al., 2016. Photocatalytic ozonation of urban wastewater and surface water using immobilized TiO₂ with LEDs: Micropollutants, antibiotic resistance genes and estrogenic activity. *Water Research*, 94, pp. 10–22.
16. Snyder, E.G., Watkins, T.H., Solomon, P.A., Thoma, E.D., Williams, R.W., Hagler, G.S.W., Shelow, D., Hindin, D.A., Kilaru, V.J. and Preuss, P.W., 2013. The changing paradigm of air pollution monitoring. *Environmental Science & Technology*, 47(20), pp. 11369–11377. DOI: 10.1021/es4022602.
17. Agricultural water supply [Online] n.d. Available at: <http://ru-ecology.info/term/67700/> (Accessed: 04 May 2025).

Статья поступила в редакцию 06.05.2025; одобрена после рецензирования 16.05.2025; принята к публикации 23.05.2025.

The article was submitted 06.05.2025; approved after reviewing 16.05.2025; accepted for publication 23.05.2025.

Строитель Донбасса. 2025. Выпуск 2-2025 С. 77-84. ISSN 2617–1848 (print)
The Builder of Donbass. 2025. Issue 2-2025. P. 77-84. ISSN 2617–1848 (print)

Научная статья

УДК 502.335

doi: 10.71536/sd.2025.2c31.11

О ВНЕДРЕНИИ ЭЛЕКТРОННОЙ ПЛАТФОРМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ РЕГИОНА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОХРАНЕНИЯ ЭКОСИСТЕМ ДАРВИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Даниил Алексеевич Саченок¹, Артемий Александрович Мясков²,
Константин Сергеевич Коликов³

^{1,2,3}Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», Москва, Россия.

¹ФГБУ «ВНИИ труда» Минтруда России, Москва, Россия.

²ФГБУ «ВНИИ Экология», Москва, Россия.

¹ave.daniil@yandex.ru, ²myaskovartemiy@gmail.com, ³kolikovks@mail.ru

Аннотация. Рассмотрен вопрос внедрения цифровой платформы экологического мониторинга окружающей среды для региона Рыбинского водохранилища. Подчеркивается возможность внедрения электронной платформы в связи с широким перечнем действующих методов сбора информации об экологической обстановке в регионе. В статье содержатся обоснования внедрения платформы на основе существующего антропогенного воздействия на территорию региона Рыбинского водохранилища со стороны промышленных мощностей региона. Особо отмечается возможная роль Дарвинского заповедника в системе мониторинга, с использованием архивных данных о наблюдениях за состоянием окружающей среды.

Антропогенная нагрузка на регион Рыбинского водохранилища постепенно возрастает, несмотря на внедрение стратегий устойчивого развития у крупных компаний и очистных сооружений на производственных объектах, с целью повышения ответственности бизнеса и сохранения экосистем региона, может быть введена в строй система платформ электронного мониторинга по примеру уже существующих в России и в мире. С учетом длительных наблюдений и мониторинговых мощностей на представленной территории, процесс внедрения позволяет извлекать выгоду без крупных затрат. Эффективное использование единой цифровой платформы способно принести значительную пользу для региона в течение очень длительного времени. Основной целью представленной работы является обоснование внедрения электронной платформы экологического мониторинга Дарвинского региона и выбор мониторинговых данных для их систематизации.

Ключевые слова: экология, охрана окружающей среды, мониторинг окружающей среды, антропогенное воздействие, цифровая платформа мониторинга, систематизация научных методов

Original article

ABOUT IMPLEMENTATION OF AN ELECTRONIC ENVIRONMENTAL MONITORING PLATFORM IN THE RYBINSK RESERVOIR REGION TO ENSURE THE CONSERVATION OF ECOSYSTEMS OF THE DARWIN NATURE RESERVE

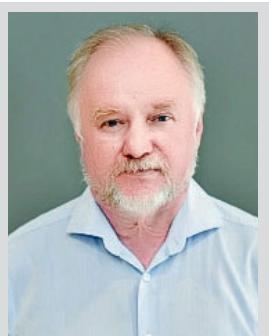
© Саченок Д. А., Мясков А. А., Коликов К. С., 2025



**Саченок
Даниил Алексеевич**



**Мясков
Артемий Александрович**



**Коликов
Константин Сергеевич**

**Daniil A. Sachenok¹,
Artemiy A. Myaskov²,
Konstantin S. Kolikov³**

^{1,2,3}National University of Science and Technology «MISIS», Moscow, Russia.

¹FSI ASRI for Occupational Safety and Labor Economics, Moscow, Russia.

²VNI Ecology, Moscow, Russia.

¹ave.daniil@yandex.ru,

²myaskovartemiy@gmail.com,

³kolikovks@mail.ru

Abstract. The issue of introducing a digital platform for environmental monitoring of the environment for the Rybinsk Reservoir region is considered. The possibility of introducing an electronic platform is emphasized in connection with a wide range of existing methods for collecting information on the environmental situation in the region. The article contains justifications for introducing the platform based on the existing anthropogenic impact on the territory of the Rybinsk Reservoir region from the industrial capacities of the region. Particular attention paid to the possible role of the Darwin Reserve in the monitoring system, using archival data on observations of the state of the environment.

The anthropogenic load on the Rybinsk Reservoir region is gradually increasing, despite the introduction of sustainable development strategies in large companies and treatment facilities at industrial facilities, in order to increase business responsibility and preserve the region's ecosystems, a system of electronic monitoring platforms can be put into operation, following the example of those already existing in Russia and in the world. Taking into account long-term observations and monitoring capacities in the presented territory, the implementation process will allow benefits to be derived without large costs. Effective use of a single digital platform can bring significant benefits to the region over a very long time. The main objective of the presented work is to justify the introduction of an electronic platform for environmental monitoring in the Darwin region and the selection of monitoring data for its systematization.

Keywords: ecology, environmental protection, environmental monitoring, anthropogenic impact, digital monitoring platform, systematization of scientific methods

ВВЕДЕНИЕ

Текущие мониторинговые возможности современной науки позволяют собирать спектр всевозможных наблюдений о состоянии природной среды в любом масштабе. Применяются лабораторные, вычислительные, методы прямого наблюдения, методы дистанционного зондирования, однако получаемые материалы располагаются в различных уровнях доступа и часть из них, как правило, не рассматривается на должном уровне и в совокупности с остальными, что обедняет точность и полноту знаний об экологической обстановке.

Возможным решением по объединению и систематизации мониторинговых знаний является уже опробованная на практике система цифровых платформ. Подобные платформы открывают следующие возможности:

- систематизирование всех существующих методов мониторинга на определенной территории;
- предоставление материалов для исследований в реальном времени;
- предоставление доступа для наблюдений всем желающим представителям науки, бизнеса, местного населения;
- повышенная скорость реакции на возможные изменения в состоянии экологической обстановки;
- возможность внедрения в существующую систему новых методов мониторинга, в том числе самых передовых и высокотехнологичных.

Электронные платформы экологического мониторинга постепенно получают развитие как в России, так и в мире. В открытом доступе для всех желающих наблюдателей расположены материалы мониторинговых платформ городов Москвы [1], Санкт-Петербурга, Челябинска, позволяющие получать данные в реальном времени. В Европейском союзе и странах Азии платформы позволяют исследователям решать как глобальные задачи, такие как мониторинг выбросов стран-членов системы EIONET [2], так и узко направленные, такие как состояние воды в районе аварии на АЭС Фукусима-1 [3][4].

Стоит отметить, что в России электронные платформы применяются только в ряде крупных промышленных центров, при этом собственной платформы экологического мониторинга не существует у региона Рыбинского водохранилища, который включает в себя производственные объекты города Череповец, загрязненные речные стоки из населенных пунктов и особо охраняемую природную территорию в виде Дарвинского заповедника, на который оказывается антропогенное воздействие.

Цель данной работы заключается в обосновании внедрения электронной платформы экологического мониторинга для региона Рыбинского водохранилища и дальнейшего совершенствования природоохранных мер, направленных на сохранения Дарвинского заповедника.

ИНФОРМАЦИЯ О ЗАГРЯЗНЕНИИ ДАРВИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Предприятия промышленного города Череповец расположены на расстоянии около 30 километров от Дарвинского заповедника и воздействуют на его флору и фауну. Наибольший вклад в воздействие на экосистемы оказывают предприятия ФосАгро и Северсталь, которые представляют наиболее загрязняющие отрасли промышленности России.

Воздействие со стороны промышленных объектов оказывается через загрязнение воды Рыбинского водохранилища, выбросы в атмосферу, выпадения загрязненных осадков. В связи с тем, что роза ветров города Череповец в течении около 25 % годового времени направлена на Дарвинский заповедник, антропогенное воздействие наносит ущерб экосистемам ООПТ [5].

Стоит отметить, что сами производства применяют на своих территориях системы мониторинга выбросов и сбросов в окружающей среде, также предприятия ФосАгро и ПАО Северсталь имеют стратегии устойчивого развития в области охраны природы и сохранения биоразнообразия. Замеры можно найти в открытом доступе любому пользователю. Отдельно стоит отметить информацию в отчетах о влиянии предприятий ФосАгро и Северсталь на окружающую среду, в отчетах представлены длительные наблюдения и анализ выбросов и сбросов, помимо этого компании ведут график ввода новых производственных мощностей и очистных сооружений.

В Рыбинское водохранилище стекают реки и ручьи с больших окружающих площадей, что тоже оказывает влияние на состояние воды, в связи с возможным загрязнением. Проблемами загрязнения водных экосистем водохранилища в регионе занимается институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина Российской Академии Наук [6], расположенный неподалеку от самого водохранилища.

На рисунке 1 представлена карта региона Рыбинского водохранилища. На карте отмечены Дарвинский заповедник, реки. Заповедник расположен в 30 километрах от основных источников загрязнения в виде производств города Череповец.

Систематизация знаний о выбросах и сбросах загрязняющих веществ в регионе Рыбинского водохранилища является достаточно актуальным вопросом для Дарвинского заповедника, на территории которого замечаются признаки деградации экосистем. В особенности признаки деградации проявляются при сравнении текущего состояния заповедника с архивными данными Летописи Природы [7], которая велась с момента основания заповедника в 1945 году и несет в себе широкий пласт наблюдений за природой. Эта информация также способна подтвердить нарастание антропогенного воздействия на заповедник на временных отрезках публикации летописей и сопоставления их с внедрением новых производственных мощностей предприятий региона Рыбинского водохранилища.



Рис. 1. Карта
региона Рыбинского
водохранилища

ВОЗМОЖНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ РЕГИОНА

Регион Рыбинского водохранилища уже можно считать готовым к внедрению цифровой платформы мониторинга в связи с рядом взаимосвязанных факторов:

1) промышленные объекты имеют свои собственные системы экологического мониторинга и стратегии контроля выбросов и сбросов. Возможности систем экологического мониторинга промышленных предприятий, в области контроля выбросов и сбросов, широко применяются в системах мониторинга крупных городов и промышленных регионах;

2) территория Рыбинского водохранилища обладает рядом станций Росгидромета [8] и Росводресурсов [9], которые используют датчики измерения параметров качества воды и воздуха в реальном времени;

3) институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской Академии Наук производит замеры качества и дальнейший анализ;

4) возможно использование методов дистанционного спутникового зондирования в целях возможной корректировки уже имеющихся мониторинговых данных;

5) датчики для учета состояния воздуха установлены в ряде населенных пунктов вокруг Рыбинского водохранилища, наибольшее их число в городах Череповец и Рыбинск, в связи с наибольшим числом промышленных объектов на их территории [10];

6) летописи природы Дарвинского заповедника дают исследователям ряд возможностей для проверки своих измерений и выявленных закономерностей антропогенного воздействия и окружающей среды.

Существующая система мониторинга представляет собой широкий спектр инструментов, включающий в себя как автоматические системы, так и взятие разнообразных проб [11]. Однако при этом оставляет пространство для маневра и использования высоко-

технологических решений, таких как применение беспилотных летательных аппаратов для фотосъемки и спутникового зондирования и дальнейшего преобразования спутниковых снимков в карты, обработанные программами вегетативных индексов.

На рисунке 2 представлена схема, которая позволяет показать весь спектр необходимых данных для насыщения платформы экологического мониторинга сведениями о наблюдениях. Все представленные методы работают в регионе Рыбинского водохранилища или являются легко внедряемыми в процесс мониторинга экологической обстановки региона. На рисунке представлены как количественные формы оценки, такие как лабораторные исследования, автоматический сбор показателей и расчетные методы подсчета численности различных популяций в экосистемах, так и качественные, получаемые при помощи различных форм биоиндикации и дистанционного зондирования.

Совокупность текущих возможностей позволяет производить экологический мониторинг с необходимой точностью. Ряд параметров можно измерять в реальном времени при помощи существующих мониторинговых станций и доработки их оборудования [12]. На рисунке 3 представлены точки, где производятся разнообразные измерения состояния окружающей среды в регионе Рыбинского водохранилища.

Однако текущая система мониторинга региона Рыбинского водохранилища имеет ряд существенных недостатков, несмотря на значительный потенциал существующих станций измерений и точек снятия проб, особенно следует отметить нерегулярное обновление данных и отсутствие использования качественной оценки состояния окружающей среды, которой наносится ущерб со стороны промышленных объектов. Доработать систему экологического мониторинга возможно в следующих компонентах:

- мониторинг будут осуществляться как с точки зрения количественных характеристик (существующая система наблюдения), так и с качественных характеристик (летописи природы);



Рис. 2. Методы заполнения платформы экологического мониторинга данными наблюдений



Рис. 3. Карта
Дарвинского
заповедника
с точками
мониторинга

- доступ к платформе будет осуществляться для всех заинтересованных лиц;

- регулярное обновление данных позволит осуществлять непрерывный мониторинг на протяжении длительного времени и формировать архивные материалы наблюдений.

Таким образом, система мониторинга, применяющая цифровую платформу, позволит существенно улучшить текущее состояние в области наблюдения за состоянием окружающей среды.

Стоит подчеркнуть и новое перспективное решение в системе экологического мониторинга – использование биомониторинга. Заповедные территории представляют собой не только инструмент мониторинга, но и длительные процессы наблюдения за природой, которые можно найти в летописях природы каждого существующего заповедника. Эти наблюдения способны дать свежую оценку на экологическую обстановку благодаря изменениям флоры и фауны на территории заповедника. При помощи летописей природы можно как проверить точность текущих измерений, так и оценить влияние конкретных антропогенных факторов влияния на заповедные территории. Однако сама система заполнения летописей природы децентрализована, не имеется общих требований, вида и систематизации данных всех летописей, но даже внедрение целостной системы и четких параметров содержания не является экономически затратным фактором. Стоит отметить ряд азиатских исследователей окружающей среды, которые подмечают важность наличия данных об историческом развитии экосистем, к примеру длительное наблюдение за мангровыми лесами позволило полноценно оценить постепенное воздействие производства на природу [13]. Таким образом, внедрение летописей в систему экологического мониторинга является очень перспективным решением с заделом на будущее.

ПЕРСПЕКТИВЫ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Мониторинговые возможности современных методов постоянно увеличиваются и на их основе формируются крупные базы данных разного рода, качества и направления. В случае получения крупных объемов данных из разных источников, исследователям постепенно приходится сталкиваться с необходимостью систематизации материалов, в связи со стремительно повышающейся сложностью процессов обработки.

Решение в виде электронных систем баз данных позволяет облегчить и усовершенствовать любые формы учета больших объемов информации, в том числе и материалов, касающихся вопросов экологического мониторинга и антропогенного воздействия на окружающую среду. В случае работы по систематизации данных о состоянии экологии региона Рыбинского водохранилища, ряд средств измерений состояния окружающей среды, используемых бизнесом, правительством и научными сотрудниками, соотносят с архивными данными по наблюдениям за экосистемой Дарвинского заповедника, непосредственно расположенного в регионе. Представленные объемы информации слишком велики, для ручного взаимодействия с ними, в этой связи возникает повышенный запрос на использование электронной платформы экологического мониторинга.

При должном уровне систематизации, электронная платформа может достаточно быстро приносить пользу всем заинтересованным в ней лицам, то есть представителям науки, бизнеса и социума, проживающего на изучаемой территории.

На электронной платформе в регионе Рыбинского водохранилища можно учитывать как количественные данные, собираемые при помощи аппаратуры и лабораторных измерений, так и качественные параметры, получаемые непосредственно с места наблюдения, в представленном случае это Дарвинский заповедник, обладающий объемными архивными материалами состояния экосистем. Отдельно стоит отметить и материалы института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина Российской Академии Наук, активно занимающегося различными проблемами водных экосистем водохранилища.

Внедрение цифровой платформы позволит наладить процессы по совершенствованию взаимосвязей количественной и качественной оценок состояния окружающей среды. В этой связи ряд преимуществ получат процессы рекультивации территорий и восстановления популяций рыб, птиц и животных [14] на территории Рыбинского водохранилища.

Результаты мониторинга могут использоваться для принятия решений о сохранении и управлении экосистемой, а также для разработки стратегий по снижению негативного воздействия на окружающую среду [15], [16], [17], [18].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Процесс внедрения цифровой платформы экологического мониторинга для региона Рыбинского водохранилища является возможным и актуальным в текущей ситуации, ввиду наличия ряда существующих систем мониторинга, таких как станции контроля качества воды и воздуха, системы контроля выбросов и сбросов промышленных предприятий. Помимо мониторинговых систем применять для получения данных об экологическом состоянии окружающей среды возможно Летописи Природы Дарвинского заповедника, что в свою очередь позволяет ученым осуществлять проверку взаимосвязи между антропогенными факторами и экосистемами.

С точки зрения возможностей сбора материалов для мониторинга, регион Рыбинского водохранилища имеет большой потенциал для дальнейшего изучения и систематизации получаемых данных.

В случае внедрения цифровой платформы экологического мониторинга в регион Рыбинского водохранилища в сжатые сроки получится повысить точность получаемых данных, за счет сверки различных источников, и найти компромиссные решения в системе человек-природа для науки и бизнеса.

Принимаемые решения в области защиты окружающей среды, основанные на полученных материалах платформы экологического мониторинга, позволят усовершенствовать природоохранные меры в регионе. Совершенствование природоохранных мер в свою очередь приведет к уменьшению ущерба экосистемам Дарвинского заповедника и территории Рыбинского водохранилища.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление правительства Москвы № 284-ПП от 27.03.2001 «О создании государственного природоохранныго учреждения «Мосэкмониторинг». — Текст: непосредственный. — В целях обеспечения комплексного контроля за состоянием окружающей среды столицы и обеспечения государственных органов и населения оперативной экологической информацией.
2. The European Environment Information and Observation Network (Eionet) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.eionet.europa.eu/> (дата обращения: 25.01.2025).
3. Song, Jinho. Perspectives on a Severe Accident Consequences—10 Years after the Fukushima Accident / Jinho Song // Journal of Nuclear Engineering. — 2021. — Vol. 2, No. 4. — P. 398–411. — DOI: 10.3390/jne2040030.
4. Горчаков, В. В. Уроки Фукусимы-1 / В. В. Горчаков // Таможенная политика России на Дальнем Востоке. — 2023. — № 1(102). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uroki-fukusimy-1> (дата обращения: 25.01.2025).
5. Официальный сайт Дарвинского заповедника [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.xn--80aeesagfxun.xn--plai/> (дата обращения: 25.01.2025).
6. Официальный сайт Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина Российской академии наук [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.ibiw.ru/> (дата обращения: 25.01.2025).
7. Архив летописей природы Дарвинского заповедника, наблюдения с 1945 года [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.xn--80aeesagfxun.xn--plai/biblioteka/letopis-prirody/> (дата обращения: 25.01.2025).
8. Кашутина, Е. А., Ясинский, С. В., Гришанцева, Е. С., Расурова, А. М., Фасахов, М. А., Шайдулова, А. А. Массовое содержание загрязняющих веществ в воде верхневолжских водохранилищ в годы разной водности // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. — 2024. — № 6. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/massovoe-soderzhanie-zagryaznyayushchih-veschestv-v-vode-verhnevолжskikh-vodohranilisch-v-gody-raznoy-vodnosti> (дата обращения: 25.01.2025).
9. Законнова, А. В., Литвинов, А. С. Многолетние изменения гидроклиматического режима Рыбинского водохранилища // Труды Института биологии внутренних вод РАН. — 2016. — № 75(78). — [Электронный ресурс] — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mnogoletnie-izmeneniya-gidroklimaticeskogo-rezhima-rybinskogo-vodohraniliska> (дата обращения: 25.01.2025).
10. Яшалова, Н. Н., Рубан, Д. А. Показатели оценки эколого-экономической устойчивости промышленных городов // Вестник Томского государственного университета. Экономика. — 2023. — № 64. — [Электронный ресурс] — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pokazateli-otsenki-ekologo-ekonomicheskoy-ustoychivosti-promyshlennyykh-gorodov> (дата обращения: 25.01.2025).
11. Хван, Т. А. Экологические основы природопользования : учебник для студентов среднего профессионального образования / Т. А. Хван. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва: Юрайт, 2019. — 253 с.
12. Глухов, А. Т. Транспортная планировка, землеустройство и экологический мониторинг городов: учебное пособие / А. Т. Глухов, А. Н. Васильев, О. А. Гусева. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 324 с.
13. Chen Danyang et al. Historical ecological monitoring and appraisal for extractive uses and other values in Malaysia unveils consequences of regime shifts in 120 years of man-

- grove management // Journal for Nature Conservation.* — 2024. — Vol. 79. — Article 126582. — ISSN 1617-1381. — DOI: 10.1016/j.jnc.2024.126582. — Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1617138124000311> (дата обращения: 25.01.2025).
14. Поливанов, В. М. Ранги и особенности структуры популяций у птиц // Русский орнитологический журнал. — 2024. — № 2454. — [Электронный ресурс] — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rangi-i-osobennosti-struktury-populyatsiy-u-ptits> (дата обращения: 22.01.2025).
 15. Эсламбекова, С. А. Экологический мониторинг и контроль окружающей среды // Индустриальная экономика. — 2023. — № 1.
 16. Chapman M. et al., 2024. Biodiversity monitoring for a just planetary future // Science. — Vol. 383, Issue 6679. — P. 34–36. — DOI: 10.1126/science.adh8874.
 17. Шмелев, В. С. Применение цифровых технологий для минимизации антропогенного воздействия в морских портах / В. С. Шмелев, А. В. Мясков, Е. В. Севостьянова // Автоматизация в промышленности. — 2023. — № 10. — С. 58–62. — DOI: 10.25728/avtprom.2023.10.12. — EDN: KDJXKA.
 18. Шмелев, В. С. Внедрение автоматизированных систем мониторинга окружающей среды для обеспечения экологической безопасности в морских угольных портах / В. С. Шмелев, А. В. Мясков, А. А. Мясков [и др.]. — Текст : непосредственный // Строитель Донбасса. — 2024. — Выпуск 4-2024. — С. 73-79. — doi: 10.71536/sd.2024.4c29.10. — ISSN 2617-1848.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Саченок Даниил Алексеевич – аспирант кафедры безопасности и экологии горного производства Национального исследовательского технологического университета МИСИС, Москва, Россия. Научные интересы: экология, устойчивое развитие, экологический мониторинг, природоохранные технологии, сохранение экосистем.

Мясков Артемий Александрович – студент кафедры строительства подземных сооружений и горных предприятий Национального исследовательского технологического университета МИСИС, Москва, Россия. Научные интересы: экология, устойчивое развитие, горные науки, науки о Земле.

Коликов Константин Сергеевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой безопасности и экологии горного производства Горного института, Национального исследовательского технологического университета МИСИС, Москва, Россия. Научные интересы: науки о Земли, геоэкология, горное дело.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Sachenok Daniil A. - Postgraduate Student. Department of Safety and Ecology of Mining at the National Research Technological University "MISIS", Moscow, Russia. Research interests: ecology, sustainable development, environmental monitoring, environmental technologies, ecosystem conservation.

Мясков Артемий А. – Bachelor, Department of Construction of Underground Structures and Mining Enterprises, National Research Technological University "MISIS", Moscow, Russia. Scientific interests: ecology, sustainable development, mining sciences, Earth sciences.

Коликов Константин С. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Safety and Ecology of Mining Production, Mining Institute, National Research Technological University "MISIS", Moscow, Russia. Research interests: Earth sciences, geoecology, mining,

REFERENCES

1. Chapman M., et al., 2024. Biodiversity monitoring for a just planetary future. *Science*, 383(6679), pp. 34–36. DOI:10.1126/science.adh8874.
2. Chen Danyang et al., 2024. Historical ecological monitoring and appraisal for extractive uses and other values in Malaysia unveils consequences of regime shifts in 120 years of mangrove management. *Journal for Nature Conservation*, 79, p. 126582. ISSN: 1617-1381. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1617138124000311> (Accessed: 25 January 2025).
3. Decision of the Moscow Government No. 284-PP dated 27.03.2001 On Establishing the State Environmental Institution "Moskomonitoring" [Online]. Text direct. Available at: <http://mos.ru> (Accessed: 25 January 2025).
4. Eslambekova S.A., 2023. Ecological monitoring and environmental control. *Industrial Economics*, (1).
5. Glukhov A.T., Vasilyev A.N. and Guseva O.A., 2019. *Urban Transportation Planning, Land Management and Environmental Monitoring: Study Guide*. St. Petersburg: Lan Publishing.
6. Gorchakov V.V., 2023. *Lessons from Fukushima-1 [e-book]*. Russkaya Politika Dal'nego Vostoka [Russian Far East Policy], (1(102)), pp. 109–121. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/uroki-fukusimy-1> (Accessed: 25 January 2025).
7. Kashutina E.A., Yasinovsky S.V., Grishantseva E.S., Rasulova A.M., Fasakhov M.A. and Shaidulina A.A., 2024. Mass content of pollutants in the water of Upper Volga reservoirs in different water years. *Water Resources of Russia: Problems, Technologies, Management*, (6). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/massovoe-soderzhanie-zagryaznyayuschih-veschestv-v-vode-verhnevolzhskikh-vodohranilisch-v-gody-raznoy-vodnosti> (Accessed: 25 January 2025).
8. Khvan T.A., 2019. *Ecological Foundations of Resource Management: Textbook for Vocational Education*. 6th ed. rev. and enl. Moscow: Yurait Publishing. 253 p.
9. Polivanov V.M., 2024. Ranks and structure features of bird populations. *Russkiy Ornitologicheskiy Zhurnal* [Russian Ornithological Journal], (2454). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/rangi-i-osobennosti-struktury-populyatsiy-u-ptits> (Accessed: 22 January 2025).
10. Song Jinho, 2021. Perspectives on severe accident consequences – 10 years after the Fukushima accident. *Journal of Nuclear Engineering*, 2(4), pp. 398–411. DOI:10.3390/jne2040030.

11. Zakonova A.V. and Litvinov A.S., 2016. Long-term changes in the hydroclimatic regime of Rybinsk Reservoir. *Proceedings of the Institute of Biology of Inland Waters RAS*, (75(78)). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/mnogoletnie-izmeneniya-gidroklimaticheskogo-rezhima-rybinsko-go-vodohranilischa> (Accessed: 25 January 2025).
12. Yashalova N.N. and Ruban D.A., 2023. Indicators for assessing the environmental and economic sustainability of industrial cities. *Tomsk State University Journal of Economics*, (64). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/pokazateli-otsenki-ekologo-ekonomicheskoy-ustoychivosti-promyshlennikh-gorodov> (Accessed: 25 January 2025).
13. The European Environment Information and Observation Network (Eionet) [Online]. Available at: <https://www.eionet.europa.eu/> (Accessed: 25 January 2025).
14. Shmelev V.S., Myaskov A.V. and Sevostyanova E.V., 2023. Application of digital technologies to minimize anthropogenic impact in seaports. *Automation in Industry*, (10), pp. 58–62. DOI:10.25728/avtprom.2023.10.12. EDN: KDJXKA.
15. Darwin Reserve Official Website [Online]. Available at: <https://www.xn--80aeesagfxyn.xn--p1ai/> (Accessed: 25 January 2025).
16. Institute of Biology of Inland Waters named after I.D. Panarin RAS [Online]. Available at: <https://www.ibiw.ru/> (Accessed: 25 January 2025).
17. Archive of nature chronicles of Darwin Reserve, observations since 1945 [Online]. Available at: <https://www.xn--80aeesagfxyn.xn--p1ai/biblioteka/letopis-prirody/> (Accessed: 25 January 2025).
18. Shmelev, V.S., Myaskov, A.V., Myaskov, A.A. et al., 2024. Implementation of automated environmental monitoring systems to ensure ecological safety in sea coal ports. *The Builder of Donbass*, (4–2024), pp. 73–79. ISSN 2617-1848. DOI: 10.71536/sd.2024.4c29.10.

Статья поступила в редакцию 06.05.2025; одобрена после рецензирования 16.05.2025; принята к публикации 23.05.2025.

The article was submitted 06.05.2025; approved after reviewing 16.05.2025; accepted for publication 23.05.2025.

Строитель Донбасса. 2025. Выпуск 2-2025 С. 85-93. ISSN 2617–1848 (print)
The Builder of Donbass. 2025. Issue 2-2025. P. 85-93. ISSN 2617–1848 (print)

Научная статья

УДК 504.3.054

doi: 10.71536/sd.2025.2c31.12

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РМ2.5 В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Светлана Евгеньевна Манжилевская¹, Дмитрий Рафаэлович Маилян²

^{1,2}Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия,

¹smanzhilevskaya@yandex.ru, ²dmailyan868@mail.ru

Аннотация. В настоящее время строительная отрасль активно внедряет передовые цифровые технологии, что открывает новые возможности для изучения потенциала прогностических инструментов в области контроля загрязнения воздуха мелкодисперсной пылью с целью повышения экологической безопасности городских территорий. С использованием существующих алгоритмов искусственного интеллекта можно эффективно отслеживать концентрацию пылевых частиц в атмосфере. Для подтверждения возможности долгосрочного прогнозирования пылевого загрязнения во время строительных работ были протестированы семь моделей машинного обучения: ARIMA, EMA, Prophet, нейронные сети NARX и NNAR, Random Forest, SVM и XGBoost.

Целью работы была оценка эффективности прогнозирования уровня пылевого загрязнения с использованием различных моделей машинного обучения. С использованием программного обеспечения «Modeltime» был проведен детальный анализ корреляционных связей между метеопараметрами и концентрациями мелкодисперсных частиц. Результаты исследования показывают, что использование ансамблевого моделирования дает эффективные прогнозы уровня атмосферного загрязнения. Среди семи протестированных алгоритмов машинного обучения были выделены наиболее точные в прогнозировании концентрации мелкодисперсных частиц – ARIMA, Random Forest и XGBoost.

Ключевые слова: мелкодисперсная пыль, загрязнение воздушной среды, искусственный интеллект, пылевое загрязнение, экологическая безопасность городских территорий

Original article

APPLICATION OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR PREDICTING PM2.5 POLLUTION IN CONSTRUCTION

Svetlana E. Manzhilevskaya¹, Dmitrii R. Mailyan²

^{1,2}Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

¹smanzhilevskaya@yandex.ru, ²dmailyan868@mail.ru

Abstract. Currently, the construction industry is actively implementing advanced digital technologies, which opens up new opportunities for studying the potential of predictive tools in the field of air pollution control with fine dust in order to improve the environmental safety of urban areas. Using existing artificial intelligence algorithms, it is possible to effectively track the concentration of dust particles in the Earth's atmosphere. To confirm the possibility of long-term forecasting of dust pollution during construction work, seven machine learning models were tested: ARIMA, EMA, Prophet, NARX and NNAR neural networks, Random Forest, SVM and XGBoost.

The aim of the research was to evaluate the effectiveness of predicting the level of dust pollution using various machine learning models. Using the Modeltime software, a detailed analysis of correlations between meteorological parameters and concentrations of fine particles was carried out. The results of the study show that the use of ensemble modeling provides effective forecasts of the level of atmospheric air pollution. Among the seven tested machine learning algorithms, the most accurate in predicting the concentration of fine particles were identified – ARIMA, Random Forest and XGBoost.

Keywords: fine dust, air pollution, artificial intelligence, dust pollution, environmental safety of urban areas



Манжилевская
Светлана Евгеньевна



Маилян
Дмитрий Рафаэлович

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Строительная отрасль вносит существенный вклад в загрязнение воздуха городов пылевыми частицами, что подтверждается данными наблюдений [1-4]. Это вызывает особую тревогу на фоне активной урбанизации России: согласно прогнозам, к 2050 году подавляющее большинство россиян, около 84 %, будет сконцентрировано в городских агломерациях [5]. Такая концентрация населения в городах усугубляет экологические проблемы, особенно в связи с интенсификацией строительства. Сложившаяся ситуация требует срочной разработки комплекса мер по минимизации выбросов строительной пыли в городскую атмосферу. В современных реалиях растущие масштабы строительной отрасли приводят к увеличению загрязнения воздуха пылью, что требует более совершенных способов мониторинга. Хотя регрессионный анализ остается традиционным методом оценки пылевого загрязнения атмосферы, его возможностей становится недостаточно [6-8]. Цифровая трансформация открывает новые перспективы для повышения точности прогнозов концентрации пыли в воздухе [9, 10]. Искусственный интеллект, включая технологии машинного обучения, нейросетевые алгоритмы и библиотеку Prophet, может стать эффективным инструментом для решения этой задачи. Также перспективным направлением является применение метода опорных векторов, который позволит систематизировать процесс анализа данных о пылевом загрязнении [11].

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В ходе изучения прогностических возможностей различных моделей К. Ю. Богачев выявил превосходство нелинейных систем, в частности нейросетей, над линейными аналогами [12]. Несмотря на определенные ограничения, нейронные сети демонстрируют впечатляющие результаты в области переобучения и поиска локальных минимумов [13].

Современное строительство активно интегрирует передовые технологии, что создает потребность в оценке эффективности цифровых инструментов для мониторинга загрязнений атмосферы. Особый интерес представляет прогнозирование концентрации

мелкодисперсной пыли, которая признана одним из наиболее серьезных факторов риска для человеческого здоровья в настоящее время [14-17]. Исследования, проведенные за рубежом, показывают особую эффективность ансамблевых моделей (ensemble models) в сфере машинного обучения [18, 19]. Эти комплексные системы объединяют различные самостоятельные прогностические алгоритмы, обеспечивая максимальную точность прогноза [20].

Изучение динамики снижения загрязнителей в городской воздушной среде возможно через применение моделирования. Такой подход позволяет выявлять территории или временные интервалы строительных работ с различными уровнями концентрации вредных веществ. При анализе работ на строительных объектах модели помогают идентифицировать ключевые факторы, влияющие на содержание мелкодисперсных частиц PM2.5 – от метеорологических условий (скорость и направление воздушных потоков, уровень влажности в воздухе, температурный режим) до других существенных параметров.

Актуальность данного исследования состоит в том, что доказательство возможности применения алгоритмов машинного обучения в прогнозировании PM2.5 при реализации строительных работ даст участникам инвестиционно-строительных объектов точечной застройки актуальные данные концентрации PM2.5 на строительной площадке в период производства работ на строительной площадке с учетом метеорологических факторов для контроля уровней ПДК (предельно допустимых концентраций) PM2.5, что минимизирует пылевое загрязнение и его негативное влияние на жителей прилегающих территорий.

Цель данного исследования – оценка возможности результирующего использования как одиночных алгоритмов искусственного интеллекта, так и их ансамблевых комбинаций для прогнозирования уровня мелкодисперсных частиц PM2.5 в воздухе на участках строительства.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для прогнозирования уровня загрязнения PM2.5 в зоне строительных работ были выбраны различные алгоритмы. В качестве основных инструментов анализа использовались как классические статистические методы, так и современные алгоритмы машинного обучения. Среди них: метод случайного леса (Random forest – RF), технология нейросетевого моделирования (Neural network – NN), библиотека Prophet, а также традиционные подходы – алгоритм экспоненциального сглаживания (Exponential moving average – EMA) и ARIMA-модель (autoregressive integrated moving average), основанная на авторегрессии и скользящем среднем значении, также открытая библиотека XGBoost и алгоритм SVM (Support Vector Machine). Применение этих алгоритмов позволит решить поставленную задачу по оценке концентрации пылевых частиц на объекте строительства. Разработанные модели прогнозирования мелкодисперсной пыли PM2.5 представлены на рисунке 1. Точность

1. ARIMA. Авторегрессионная интегрированная модель скользящего среднего (autoregressive integrated moving average)

$$y_t^* = c + y_{t-1} \mathcal{O}_1 + \dots + \mathcal{O}_p y_{t-p} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t$$

где y_t^* – разностные данные временных рядов для концентрации PM2.5, c – константа, ε – значение ошибки, d – порядок разностных данных временных рядов.

Предикторы правой части модели включают запаздывающие значения концентрации PM2.5 и ошибки. Элементы p , d и q модели ARIMA определяются автоматически с использованием варианта алгоритма Хайдмана-Хандакара.



1. Не способна фиксировать нелинейные взаимосвязи между переменными, которые включены в процесс обучения.
2. Требует поочередно включать переменные в моделирование и по средствам сравнения полученных данных с реальными значениями концентрации определять

2. EMA. Модель экспоненциального сглаживания (exponential moving average)

$$y_{t+1} = F_t + \alpha(y_t - F_t)$$

где y_{t+1} – прогноз концентрации PM2.5 на следующий период времени,

F_t – прогноз концентрации частиц PM2.5 на момент времени (t),

y_t – фактическое значение концентрации PM2.5 на момент времени (t),

α – вес, называемый константой экспоненциального сглаживания ($0 \leq \alpha \leq 1$).

Данная модель присваивает меньше веса более ранним по времени наблюдениям (y_{t-6}), чем приближенным к моменту расчета (y_{t-1}).



1. Применяется для прогнозирования в нескольких областях.
2. Взвешивает одинаково средние значения ряда подмножеств.
3. Учитывает фактор времени, сглаживая значения и уменьшая их вес с течением времени.

3. Модель Prophet. Алгоритм можно использовать для прогнозирования пылевыделения PM2.5 от строительных работ в теплое время и холодное время года.

$$y_t = g(t) + s(t) + h(t) + \varepsilon_t$$



1. Можно включать переменную, которая характеризует показатели «сезонности» концентрации.

где $g(t)$ – кусочно-линейная функция, определяющая динамику,

$s(t)$ – различные сезонные закономерности,

$h(t)$ – эффект «праздничного дня»;

ε_t – ошибки типа белый шум, не учтена моделью.

4. Модель нейросети. Моделируют информацию, имитируя человеческое мышление и отражают нелинейные взаимосвязи.

NARX (Nonlinear autoregressive exogenous model) модель нелинейной авторегрессии с внешними входами.

$$y_t = F(y_{t-1}, y_{t-2}, y_{t-3}, \dots, u_t, u_{t-1}, u_{t-2}, u_{t-3}, \dots) + \varepsilon_t$$

y – представляющая интерес переменная (температура воздуха, показатель влажности, концентрация PM2.5)

u – переменная, определяемая извне (день исследования).

ε – ошибки типа белый шум, не учтена моделью.

NNAR (Nonlinear network autoregressive model) модель нейронной сети, основанная на нескольких переменных.

$$y_t = (y_{t-1}, y_{t-2}, y_{t-pm}, \dots, y_{t-pm}, y_{t-m}, y_{t-pm} \dots) + \varepsilon_t$$

y – представляющая интерес переменная (температура воздуха, показатель влажности, концентрация PM2.5)

m – уровень концентрации разное время дня,

p – запаздывающие входные данные (фоновая концентрация).

ε – ошибки типа белый шум, не учтена моделью.

5. Алгоритм Random forest. Генерация большого количества деревьев решений.

$$P = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N N$$



Загрузка всех данных, включая переменные (температура влажность концентрация, генерирует уникальные деревья решений. Результаты прогнозирования по средствам данной модели определяются средними значениями выходных данных каждого дерева.

где P – прогноз алгоритма случайного леса,

N – количество прогонов по деревьям в случайном лесу (случайным выборкам) переменных температуры, влажности, концентрации.

6. Модель SVM. Метод опорных векторов (support-vector machine)

Основной целью алгоритма SVM является определение оптимальной гиперплоскости, которая линейно разделяет собранные данные на две группы.

$$w^T x + b = 0$$

где w – весовой вектор,

x – входной вектор (температура, показатель влажности, концентрация),

b – смещение.

7. Алгоритм XGBoost. Алгоритм решений с градиентным усилением, т.е. посредством расчета одной модели, алгоритм убирает ошибки при создании следующих моделей, что повышает точность прогнозов.

$$\hat{y} = \sum_{n=1}^N f_n(x_i)$$

где x_i – тестовая выборка,
 i – количество выборок,
 f_n – n -я древовидная модель,
 n – количество всех деревьев в модели.

Rис. 1. Разработанные модели для прогнозирования пылевого загрязнения воздушной среды на строительной площадке частицами PM2.5.

Таблица 1.

Экспериментальные данные значений концентрации PM2.5 на строительной площадке для моделирования

| Концентрация пылевого загрязнения PM2.5, мкг/м ³ | | | Относительная влажность воздуха, % | | | Температура, °C | | |
|---|----------------|---------|------------------------------------|----------------|---------|-----------------|----------------|---------|
| Диапазон | Средн. значен. | Отклон. | Диапазон | Средн. значен. | Отклон. | Диапазон | Средн. значен. | Отклон. |
| 10.7-185.5 | 88.1 | 11.9 | 40-60 | 45 | 14 | 25-33 | 28 | 4 |

прогнозирования загрязнения воздуха критически важна, поскольку эти данные будут использоваться для оптимизации строительного процесса. На основе реалистичных прогнозов можно будет своевременно корректировать график работ с учетом метеорологических условий и внедрять защитные меры от пылевого воздействия. Это позволит минимизировать негативное влияние пылевого загрязнения как на рабочих, так и на жителей прилегающих территорий. Ансамблевое моделирование поможет получить более надежные прогнозы концентрации PM2.5, что необходимо для эффективного управления экологическими рисками на строительной площадке многоквартирного жилого дома. При помощи моделирования можно выявить ключевые факторы окружающей среды – скорость и направление воздушных потоков, показатели влажности и температуры, которые влияют на распространение частиц PM2.5 в процессе строительных работ. Математические модели позволяют отследить изменение уровня вредных веществ во времени и пространстве, выделяя участки городской территории и временные промежутки с критическими показателями загрязнения воздуха при проведении строительных мероприятий.

В ходе строительства многоквартирного жилого дома на ул. Магнитогорская 2А в Ростове-на-Дону, характерного для точечной застройки, были проведены измерения концентрации мелкодисперсных частиц PM2.5 в процессе проведения работ нулевого цикла. Замеры осуществлялись в первую неделю июня 2021 года с использованием специального оборудования – счетчика Handheld 3016 IAQ на границе строительной площадки и жилой зоны, где развернуто строительное производство. В процессе измерений на строительной площадке проводились работы по разработке котлована для фундамента здания, как наиболее пылящие согласно графику удельных

выбросов строительно-монтажных работ, разработанному для данного проекта. Следует отметить, что основной пик пыления процесса пришелся на 3-4 июня, когда снимался верхний сухой слой грунта. По мере заглубления нижние слои грунта были увлажнены, что снизило концентрацию PM2.5 в воздушной среде. В рамках исследования были проведены измерения температуры и относительной влажности – ключевых метеорологических параметров, необходимых для повышения точности прогнозирования. Собранные данные легли в основу для прогноза как для одномерных, так и многомерных прогностических моделей концентрации PM2.5. Дополнительные замеры концентрации PM2.5 были выполнены в течение двух дней (8-9 июня) с целью верификации точности прогнозов, полученных с помощью применяемых ансамблевых моделей. В таблице 1 отражены результаты замеров уровня PM2.5, проведенных в зоне строительства, которые впоследствии были применены как входные параметры при обучении моделей машинного обучения.

Для анализа данных был выбран язык программирования для статистической обработки данных «R» в сочетании с пакетом прогнозирования Modeltime, обеспечивающий комплексную среду моделирования. Временные ряды, отображенные на рисунке 2, демонстрируют динамику концентрации PM2.5. Интеграция метеорологических показателей (температура, относительная влажность) с измерениями мелкодисперсной пыли PM2.5 была осуществлена посредством пакета Modeltime, который преобразовал разрозненные данные в единый почасовой массив. Этот программный комплекс позволил не только объединить различные параметры, но и создать эффективную основу для последующего статистического анализа и построения моделей.

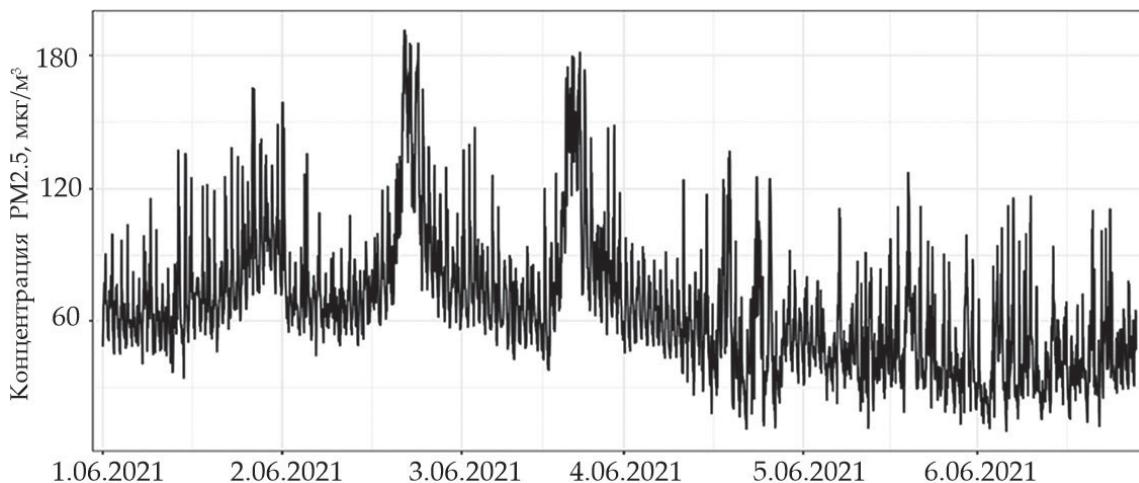


Рис. 2.
Концентрация PM2.5 в период выполнения работ нулевого цикла на строительной площадке точечной застройки

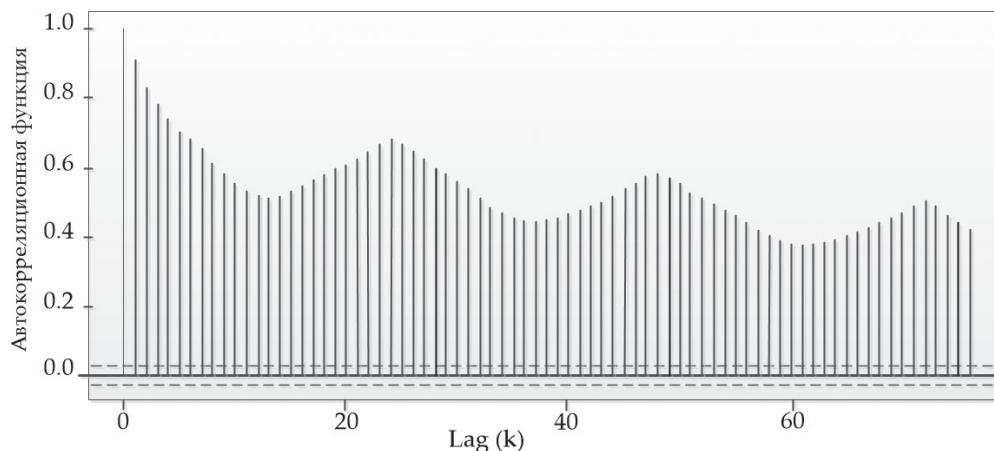


Рис. 3. Автокорреляция концентрации PM2.5.

Для объективной оценки точности прогнозирования были установлены три ключевых метрики: RMSE (среднеквадратичная ошибка), MAE (средняя абсолютная ошибка) и MASE (средняя абсолютная масштабированная ошибка). Процесс валидации включал тестирование моделей на данных за предшествующие сутки (24 часа) после завершения их обучения на тренировочном датасете. Такой подход позволил установить чёткие критерии эффективности и провести всестороннюю проверку прогностических возможностей разработанных моделей.

Используя программный комплекс «Modeltime», были изучены взаимозависимости между метеопараметрами и содержанием мелкодисперсных частиц PM2.5 в атмосфере. Анализ, основанный на методе корреляции Пирсона, рисунок 3, выявил интересные закономерности. Все изученные параметры продемонстрировали отрицательную корреляцию между собой, причем наиболее выраженная обратная связь (-0,929) наблюдалась между температурными показателями и относительной влажностью воздуха. При этом концентрация PM2.5 показала лишь незначительную обратную зависимость от климатических факторов: коэффициент корреляции с влажностью составил (-0,107), а с температурой (-0,048).

В ходе анализа временных рядов выявлена цикличность с интервалом в сутки, что указывает на наличие периодических паттернов в измерениях. На основе результатов корреляционного анализа были подобраны унивариантные модели (учитывается только один фактор влияния) как базис для последующего построения комплексных многофакторных систем.

Для прогнозирования концентрации PM2.5 в зоне строительства сначала применялись четыре одномерные модели: экспоненциальное сглаживание (EMA), нейронная авторегрессия (NNAR), Prophet и ARIMA. Каждая модель генерировала прогноз на сутки вперед. Далее были применены многомерные модели, включая Prophet, XGBoost, SVM, RF и NN для анализа взаимосвязей между зависимыми и независимыми параметрами при прогнозировании концентрации PM2.5. Основными переменными в процессе моделирования послужили данные реальных измерений, показатели влажности и температуры воздуха. Эффективность прогнозирования всех моделей отражена

в таблицах 2 и 3, а визуальное сопоставление прогнозируемых и реальных измерений загрязнения представлено на рисунке 4.

Таблица 2.

Оценка точности прогнозирования одномерных моделей

| № п/п | Наименование модели | MAE | MASE | RMSE |
|-------|---------------------|------|------|--------|
| 1 | ARIMA | 1.81 | 0.84 | 2.3520 |
| 2 | Prophet | 1.92 | 0.92 | 2.4896 |
| 3 | EMA | 2.10 | 0.94 | 2.4840 |
| 4 | NNAR | 2.30 | 1.05 | 2.7130 |

Сравнительная оценка точности одномерных моделей в прогнозировании пылевого загрязнения показал, что модель ARIMA демонстрирует наилучшие показатели точности среди всех исследованных моделей.

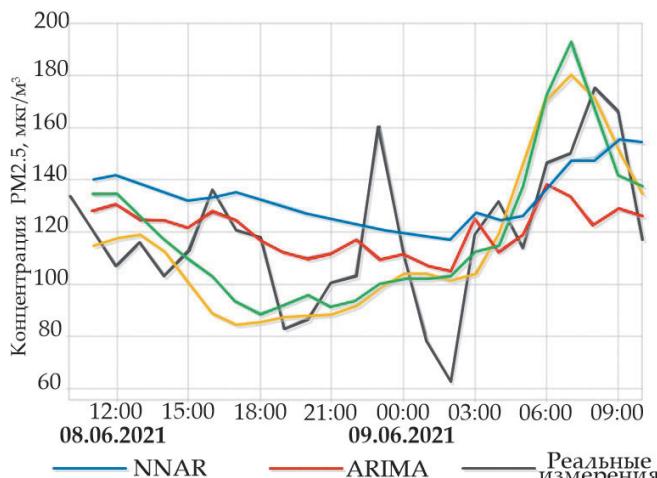
Таблица 3.

Оценка точности прогнозирования многомерных моделей

| № п/п | Наименование модели | MAE | MASE | RMSE |
|-------|---------------------|------|------|--------|
| 1 | XGBoost | 1.71 | 0.76 | 2.3810 |
| 2 | RF | 1.82 | 0.83 | 2.3732 |
| 3 | Prophet | 1.83 | 0.84 | 2.3583 |
| 4 | SVM | 1.84 | 0.84 | 2.4230 |
| 5 | NN | 2.05 | 0.93 | 2.4827 |
| 6 | NARX | 2.05 | 0.93 | 2.5925 |

Сравнительная оценка точности многомерных моделей в прогнозировании пылевого загрязнения показала, что алгоритмы XGBoost и Random Forest, учитывающие ряд параметров, продемонстрировали существенно большую точность по сравнению с моделью ARIMA.

Финальная стадия исследования включала создание ансамблевой модели на основе трех наиболее результативных алгоритмов. Для повышения точности прогнозирования был применен принцип взвешенного ансамбля, где каждому алгоритму присваивался определенный коэффициент значимости. Наибольший вес получил XGBoost (3), за ним следовал Random Forest (2), а замыкала тройку ARIMA с весом (1). Ансамблевая модель позволяет



(а)

Рис. 4. Прогноз концентрации мелкодисперсных частиц PM2.5 в воздушной среде строительной площадки:
(а) одномерные модели; (б) многомерные модели

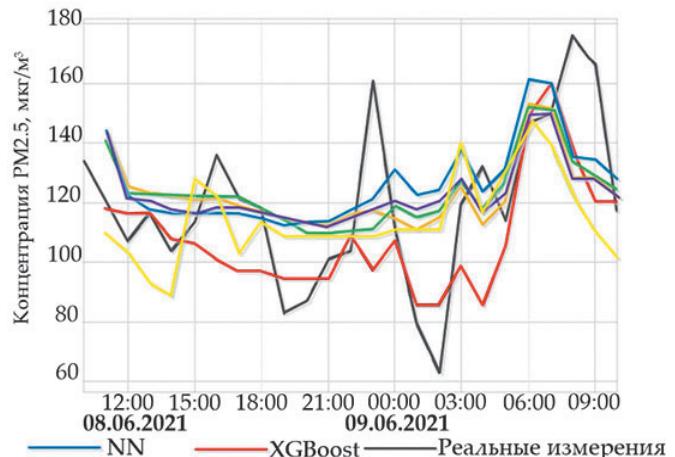
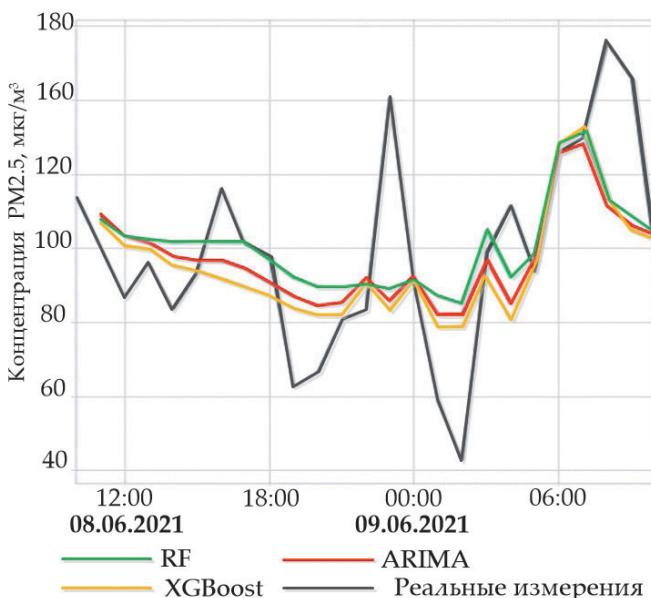
объединить сильные стороны разных алгоритмов машинного обучения, обеспечивая более надежный прогноз.

Представленные результаты прогнозирования с использованием ансамблевой модели можно увидеть в графической форме на рисунке 5, а численные показатели оценки точности приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Оценка точности прогнозирования ансамблевой модели

| № п/п | Наименование модели | MAE | MASE | RMSE |
|-------|---------------------|------|------|--------|
| 1 | XGBoost (3) | 1.56 | 0.72 | 2.1880 |
| 2 | RF (2) | 1.61 | 0.74 | 2.1986 |
| 3 | ARIMA (1) | 1.62 | 0.74 | 2.1832 |



(б)

Анализ точности прогнозирования показал, что среди всех протестированных алгоритмов XGBoost продемонстрировал самые высокие показатели эффективности.

Ансамблевые модели демонстрируют в целом высокую точность при прогнозировании концентрации PM2.5 в зоне точечной застройки. Понимание факторов влияния на концентрацию PM2.5 становится возможным благодаря внедрению в процесс моделирования реальных данных метеорологических условий. Результаты данной работы убедительно свидетельствуют о преимуществах комбинированных методов моделирования при прогнозировании атмосферных загрязнений.

Стой от отметить, что исходя из специфики структуры рассматриваемых алгоритмов в составе моделей, предназначенных для прогнозирования концентрации PM2.5, применение каждого из них можно рассматривать, исходя из конкретных условий.

Для определения точности прогноза модели ARIMA необходимо последовательно добавлять переменные в процесс моделирования и сопоставлять результаты с фактическими показателями концентрации. Это дает возможность получать данные прогноза на основе конкретного условия, например скорости ветра, если в условиях производства работ невозможно получить реальные метеорологические данные. Модель EMA выступает инструментом гностического анализа усредненных значений и динамики их изменений. Эта модель придает разный вес данным: недавние показатели обладают большей значимостью, а влияние старых постепенно ослабевает. Благодаря такому временному сглаживанию алгоритм не просто усредняет группы значений, а создает динамическую модель, учитывающую фактор времени, т. е. прогноз может быть долгосрочный. Алгоритм Prophet позволяет учитывать сезонные колебания концентрации при моделировании. Прогнозирование выброса пыли во время строительных

Рис. 5. Прогноз концентрации мелкодисперсных частиц PM2.5 в воздушной среде строительной площадки на основании ансамблевой модели

работ для различных климатических периодов – холодных и теплых сезонов. Нейросети, подражая когнитивным процессам человека, обрабатывают данные и выявляют сложные взаимозависимости, которые не подчиняются линейной логике, предлагая несколько вариантов прогноза, с учетом возможных сезонных изменений. Модель XGBoost представляет собой технологию градиентного анализа деревьев решений алгоритма. В процессе работы этот алгоритм последовательно создает новые модели, учитывая и корректируя недостатки предыдущих. Такой подход минимизирует количество ошибок в каждом последующем результате прогноза.

Ключевое ограничение данного исследования заключается в использовании исключительно метеорологических параметров при построении модели. Однако, несмотря на это, созданные модели продемонстрировали приемлемую точность, что свидетельствует об их надежности. В процессе строительства подрядчики могут применять эти модели для прогнозирования концентрации PM2.5. Кроме того, они представляют ценность при разработке проектных решений на основе данных по концентрации от объектов-аналогов.

ВЫВОДЫ

Разработанные одномерные и многомерные модели демонстрируют достаточную надежность и приемлемую точность несмотря на то, что они основаны исключительно на метеорологических параметрах, что является главным лимитирующим фактором данного исследования. Практическое применение этих моделей открывает широкие возможности: строительные компании могут прогнозировать концентрации PM2.5 во время выполнения работ, а проектировщики – использовать данные по объектам-аналогам при разработке новых проектных решений. Таким образом, даже при наличии ограничений в исходных данных, модели доказали свою эффективность и практическую ценность для строительной отрасли. Результаты показали, что ансамблевая модель обеспечивает наиболее достоверные результаты при прогнозировании концентрации частиц PM2.5. Эффективность данной модели в прогнозировании пылевого загрязнения атмосферы была убедительно продемонстрирована. Такие прогностические инструменты позволяют глубже понять механизмы, определяющие содержание мелкодисперсных частиц в воздухе строительных объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kaja N., Stuti G. Impact of construction activities on environment // International Journal of Engineering Technologies and Management Research. 2023. Vol. 10, issue 1. Pp. 17-24. DOI:10.29121/ijetmr.v10.i1.2023.1277.
2. Манжилевская, С. Е. Влияние мелкодисперсной пыли на окружающую среду при локальном строительстве // Строительство и реконструкция. 2020. N 6. C. 86-99. URL: <https://oreluniver.ru/public/file/archive/> sir_2073-7416-2020-92-6-86-98.pdf (дата обращения: 28.04.2025). ISSN 2073-7416. DOI: 10.33979/2073-7416-2020-92-6-86-98.
3. Петренко, Л. К., Манжилевская, С. Е., Тутаев, А. А., Тимошенко, Е. В. Организация мероприятий по охране атмосферного воздуха на строительных площадках от воздействия мелкодисперсной пыли // Инженерный вестник Дона. 2019. N 1. C. 167. URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_135_Petrenko_uspr.pdf_1ef3342139.pdf (дата обращения: 28.04.2025). ISSN 2073-8633.
4. Манжилевская, С. Е. Экологический мониторинг экологической безопасности в зонах строительства, реконструкции и функционирования объектов // Строительные материалы и изделия. 2019. N. 2. C. 78-84. URL: <https://bstu-journals.ru/wp-content/uploads/2019/07/manzhilevskaja.pdf> (дата обращения: 28.04.2025). E-ISSN 2618-7183. DOI: 10.34031/2618-7183-2019-2-3-78-84.
5. Menzelintseva, N. V., Karapizova, N. Y., Mikhailovskaya, Y. S., Redhwan, A. M. Efficiency of standards compliance for PM(10) and PM(2,5). International Review of Civil Engineering. 2016. Vol. 7, issue 6. Pp. 1-8. DOI:10.15866/irece.v7i6.9750.
6. Азаров, В. Н., Кузьмичев, А. А., Николенко, Д. А., Васильев, А. Н., Козловцева, Е. Ю. Исследование дисперсного состава пыли городской среды // Вестник МГСУ. 2020. N 15. C. 432–442. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_42665447_43310220.pdf (дата обращения: 28.04.2025). ISSN 1997-0935. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.3.432-442.
7. Сумеркин, Ю. А., Теличенко, В. И., Оценка экологической безопасности при домовых территорий жилых районов // Промышленное и гражданское строительство. 2017. N 6. C. 75-79. URL: <http://www.pgs1923.ru/ru/index.php/04/04/02/index.php?m=4&y=2017&v=06&p=13> (дата обращения: 28.04.2025). ISSN 0869-7019.
8. Rossello Josep L., Font-Rosselló J., Frasser C.F., Moran A., Canals V., Roca M. Stochastic Computing Applications to Artificial Neural Networks. Design and Applications of Emerging Computer Systems. 2023. Vol. 1, issue 1. Pp. 303-330. DOI:10.1007/978-3-031-42478-6_12.
9. Ахмедова, О. О., Лясин, Р. А., Азаров, В. Н. Анализ систем мониторинга качества воздуха, созданных на базе недорогих сенсорных датчиков // Строитель Донбасса. 2024. N 4. C. 80-87. URL: https://donna.su/publish_house/journals/sd/2024-4/11_akhmedova_lyasin_azarov.pdf (дата обращения: 28.04.2025). ISSN: 2617-1848. DOI:10.71536/sd.2024.4c29.11.
10. Hasan M., Abedin M., Hájek P., Coussement K., Sultan N., Lucey B. A blending ensemble learning model for crude oil price forecasting. Annals of Operations Research. 2024. Vol. 1, issue 1. Pp. 1. DOI:10.1007/s10479-023-05810-8.
11. Tao G. Reducing Construction Dust Pollution by Planning Construction Site Layout. Buildings. 2022. Vol. 12. Pp. 531. DOI:10.3390/buildings12050531.
12. Bogachev K., Mikhaleva M., Gorelov I. Algebraic multilevel method AMG: Comparison with the method BICGSTAB + ILU and its use in the method CPR. Moscow University Mathematics Bulletin. 2010. Vol. 65. Pp. 156-160. DOI:10.3103/S0027132210040042.

13. Zhou G., Liu Z., Shao W., Sun B., Li L., Liu J., Li G. *Study on the Effects of Dust Particle Size and Respiratory Intensity on the Pattern of Respiratory Particle Deposition in Humans*. *Indoor Air*. 2024. Vol. 1. DOI:10.1155/2024/5025616.
14. Azarov V.N., Trokhimchuk M.K., Sidelnikova O.E., *Research of dust content in the earthworks working area*. *Procedia Engineering*. 2016. Vol. 150. Pp. 2008-2012. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.07.282.
15. Meskhi B. Ch., Evtushenko A. I., Azarov V. N., Zhukova N. *Comprehensive assessment of the dust environment at the construction industry enterprises*. *E3S Web of Conferences: IV International Scientific Conference “Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development”*. 2021. Vol. 281. Pp. 09024. DOI 10.1051/e3s-conf/202128109024.
16. Стреляева, А. Б., Калюжина, Е. А. Экологическая безопасность при проведении земляных и строительно-отделочных работ // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. N 50. C. 321-329. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_32321732_47879159.pdf (дата обращения: 28.04.2025). ISSN 1815-4360.
17. Kuzmichev A. A., Azarov V. N., Kuzmichev A. V. *The study of the particulate matter's adhesion regularities on the vertical buildings' and structures' surfaces*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development*. 2020. Vol. 913. 032043. DOI 10.1088/1757-899X/913/3/032043.
18. Ridwan M., Sadik K., Afendi F. *Comparison of ARIMA and GRU Models for High-Frequency Time Series Forecasting*. *Scientific Journal of Informatics*. 2024. Vol. 10. Pp. 389-400. DOI:10.15294/sji.v10i3.45965.
19. Peruvazhuthi K., Kumar D., Chithra N. *Performance evaluation of univariate time-series techniques for forecasting monthly rainfall data*. *Journal of Water and Climate Change*. 2022. Vol. 13. DOI:10.2166/wcc.2022.107.
20. Afarini N., Hindarto D. *Forecasting Airline Passenger Growth: Comparative Study LSTM VS Prophet VS Neural Prophet*. *Sinkron*. 2024. Vol. 9. Pp. 505-513. DOI: 10.33395/sinkron.v9i1.13237.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Манжилевская Светлана Евгеньевна – кандидат технических наук, доцент кафедры организации строительства Донского государственного технического университета, Ростов-на-Дону, Россия. Научные интересы: совершенствование системы защиты атмосферного воздуха при точечном строительстве в городской среде от пылевого загрязнения.

Майлян Дмитрий Рафаэлович – доктор технических наук, заведующий кафедрой железобетонных и каменных конструкций Донского государственного технического университета, Ростов-на-Дону, Россия. Член-корреспондент Российской Академии естественных наук, «Почетный строитель РФ» и «Почетный работник высшего профессионального образования РФ». Научные интересы: развитие общей методики повышения экологической безопасности в строительной деятельности.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Manzhilevskaya Svetlana E. – PhD. Sc. (Eng.), Associate professor of Construction Management Department, Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia. Scientific interests: improvement of the atmospheric air protection system for point-pattern construction in the urban environment from dust pollution.

Mailyan Dmitrii R. – D. Sc. (Eng.), Head of the Concrete Constructions and Structures Department, Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia. Corresponding member of Academy of building sciences of Russia, Honorary Builder of the Russian Federation and Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation. Scientific interests: development of a general methodology for improving environmental safety in construction activities.

REFERENCES

1. Kaja N., Stuti G. (2023), “Impact of construction activities on environment”, *International Journal of Engineering Technologies and Management Research*, vol. 10, issue 1, pp. 17-24, DOI:10.29121/ijetmr.v10.i1.2023.1277.
2. Manzhikevskaya S.E. (2020), *Vliyanie melkodispersnoj pyli na okruzhayushchuyu sredu pri lokal'nom stroitel'stve* [Impact of fine dust on the environment in local construction], *Stroitel'stvo i rekonstrukciya*, vol. 6, pp. 86-99, available at: https://oreluniver.ru/public/file/archive/sir_2073-7416-2020-92-6-86-98.pdf (Accessed 28 April 2025), ISSN 2073-7416, DOI: 10.33979/2073-7416-2020-92-6-86-98.
3. Petrenko L.K., Manzhilevskaya S.E., Tutaev A. A., Timoshenko E. V. (2019), *Organizaciya meropriyatij po ohrane atmosfernogo vozduha na stroitel'nyh ploshchadkah ot vozdejstviya melkodispersnoj pyli* [Organization of measures for the protection of atmospheric air at construction sites from the impact of fine dust], *Inzenernyj vestnik Dona*, vol. 1, p. 167. available at: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_135_Petrenko_ucnp.pdf_1ef3342139.pdf (Accessed 28 April 2025), ISSN 2073-8633.
4. Manzhikevskaya S.E. (2019), *Ekologicheskiy monitoring ekologicheskoy bezopasnosti v zonah stroitel'stva, rekonstrukcii i funkcionirovaniyu ob"ektorov* [Environmental monitoring of ecological safety in areas of construction, reconstruction and operation of objects], *Stroitel'nye materialy i izdeliya*, vol. 2, pp. 78-84, available at: <https://bstu-journals.ru/wp-content/uploads/2019/07/manzhilevskaja.pdf> (Accessed 28 April 2025), E-ISSN 2618-7183, DOI: 10.34031/2618-7183-2019-2-3-78-84.
5. Menzelintseva N.V., Karapuzova N.Y., Mikhailovskaya Y.S., Redhwan A.M. (2016), “Efficiency of standards compliance for PM(10) and PM(2,5)”, *International Review of Civil Engineering*, vol. 7, issue 6, pp. 1-8, DOI:10.15866/irece.v7i6.9750.
6. Azarov Valeriy, Kuzmichev Andrey, Nikolenko Denis, Vasilev Anatoliy, Kozlovtseva Elena. (2020), *Issledovanie dispersnogo sostava pyli gorodskoj sredy* [The research of dust dispersed composition of urban environment], *Vestnik MGSU*,

- vol. 15, pp. 432–442, available at: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_42665447_43310220.pdf (Accessed 28 April 2025), ISSN 1997-0935, DOI: 10.22227/1997-0935.2020.3.432-442.
7. Sumerkin Yu. A., Telichenko V. I. (2017), *Ocenka ekologicheskoy bezopasnosti pridomovyh territorij zhilyh rajonov [Assessment of ecological safety of territories adjoining residential areas]*, Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo, vol. 6, pp. 75–79, available at: <http://www.pgs1923.ru/ru/index.php/04/04/02/02/index.php?m=4&y=2017&v=06&p=13> (Accessed 28 April 2025), ISSN 0869-7019.
 8. Rossello Josep L., Font-Rosselló J., Frasser C.F., Moran A., Canals V., Roca M. (2023), “*Stochastic Computing Applications to Artificial Neural Networks*”, *Design and Applications of Emerging Computer Systems*, vol. 1, issue 1, pp. 303-330, DOI:10.1007/978-3-031-42478-6_12.
 9. Akhmedova O.O., Lyasin R. A., Azarov V. N. (2024), *Analiz sistem monitoringa kachestva vozduha, sozdannyh na baze nedorogih sensornyh datchikov [Analysis of air quality monitoring systems based on low-cost sensors]*, *The Builder of Donbass*, vol. 4, pp. 80-87, available at: https://donna.sru/publish_house/journals/sd/2024-4/11_akhmedova_lyasin_azarov.pdf (Accessed 28 April 2025). ISSN: 2617-1848. DOI:10.71536/sd.2024.4c29.11.
 10. Hasan M., Abedin M., Hájek P., Coussement K., Sultan N., Lucey B. (2024), “*A blending ensemble learning model for crude oil price forecasting*”, *Annals of Operations Research*, vol. 1, issue 1. p. 1, DOI:10.1007/s10479-023-05810-8.
 11. Tao G. (2022), “*Reducing Construction Dust Pollution by Planning Construction Site Layout*”, *Buildings*, vol. 12, pp. 531, DOI:10.3390/buildings12050531.
 12. Bogachev K., Mikhaleva M., Gorelov I. (2010), “*Algebraic multilevel method AMG: Comparison with the method BICGSTAB + ILU and its use in the method CPR*”, *Moscow University Mathematics Bulletin*, vol. 65, pp. 156-160, DOI:10.3103/S0027132210040042.
 13. Zhou G., Liu Z., Shao W., Sun B., Li L., Liu J., Li G. (2024), “*Study on the Effects of Dust Particle Size and Respiratory Intensity on the Pattern of Respiratory Particle Deposition in Humans*”, *Indoor Air*, vol. 1, DOI:10.1155/2024/5025616.
 14. Azarov V.N., Trokhimchyk M.K., Sidelnikova O.E. (2016), “*Research of dust content in the earthworks working area*”, *Procedia Engineering*, vol. 150, pp. 2008-2012, DOI: 10.1016/j.proeng.2016.07.282.
 15. Meskhi B. Ch., Evtushenko A. I., Azarov V. N., Zhukova N. (2021), “*Comprehensive assessment of the dust environment at the construction industry enterprises*”, *E3S Web of Conferences: IV International Scientific Conference “Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development”*, vol. 281, 09024, DOI 10.1051/e3sconf/202128109024.
 16. Strelyanova A.B., Kalyuzhina E.A. (2017), *Ekologicheskaya bezopasnost' pri provedenii zemlyanyh i. stroitel'no-otdelochnyh rabot [Environmental Safety of Earthworks and Construction and Decoration Works]*. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura*, vol. 50, pp. 321–329, available at: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_32321732_47879159.pdf (Accessed 28 April 2025), ISSN 1815-4360.
 17. Kuzmichev A. A., Azarov V. N., Kuzmichev A. V. (2020), “*The study of the particulate matter's adhesion regularities on the vertical buildings' and structures' surfaces*”, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development*, vol. 913, 032043, DOI 10.1088/1757-899X/913/3/032043.
 18. Ridwan M., Sadik K., Afendi F. (2024), “*Comparison of ARIMA and GRU Models for High-Frequency Time Series Forecasting*”, *Scientific Journal of Informatics*, vol. 10, pp. 389-400, DOI:10.15294/sji.v10i3.45965.
 19. Afarini, N. and Hindarto, D., 2024. *Forecasting Airline Passenger Growth: Comparative Study LSTM VS Prophet VS Neural Prophet*. *Sinkron*, 9, pp.505–513. DOI:10.3395/sinkron.v9i1.13237.
 20. Peruvazhuthi, K., Kumar, D. and Chithra, N., 2022. *Performance evaluation of univariate time-series techniques for forecasting monthly rainfall data*. *Journal of Water and Climate Change*, 13. DOI:10.2166/wcc.2022.107.

Статья поступила в редакцию 29.04.2025; одобрена после рецензирования 16.05.2025; принята к публикации 23.05.2025.

The article was submitted 29.04.2025; approved after reviewing 16.05.2025; accepted for publication 23.05.2025.

Строитель Донбасса. 2025. Выпуск 2-2025 С. 94-100. ISSN 2617–1848 (print)
The Builder of Donbass. 2025. Issue 2-2025. P. 94-100. ISSN 2617–1848 (print)

Научная статья

УДК 504.3.054

doi: 10.71536/sd.2025.2c31.13

СНИЖЕНИЕ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ОБЪЕКТОВ ТОЧЕЧНОЙ ЗАСТРОЙКИ ПРИ БЛАГОУСТРОЙСТВЕ ТЕРРИТОРИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРОТУАРНОЙ ПЛИТКИ ИЗ ПЕРЕРАБОТАННОГО ПОЛИМЕРА

Арам Арамаисович Овсепян¹, Светлана Евгеньевна Манжилевская²,
Дмитрий Рафаэлович Маилян³, Никита Сергеевич Бакин⁴

^{1,4} Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия

^{2,3} Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия

¹aram.barca@mail.ru, ²smanzhilevskaya@yandex.ru, ³dmailyan868@mail.ru, ⁴kafedra_bgd@vgasu.ru

Аннотация. Покрытие дорожек и площадок играет ключевую роль в формировании комфортной и безопасной городской среды при благоустройстве территории точечной застройки. Эти элементы ландшафтного дизайна не только обеспечивают функциональность и удобство передвижения, но и значительно влияют на эстетическое восприятие городской территории. В условиях стремительной урбанизации, когда население городов продолжает расти и возрастает число объектов точечного строительства, важно уделять внимание не только развитию инфраструктуры, но и качеству жизни горожан. Несмотря на все положительные аспекты, во время выполнения работ по устройству покрытий тротуаров и площадок, выделяется огромное количество мелкодисперсной пыли.

В статье приводятся результаты исследования пылевых выбросов при работах по благоустройству, связанных с устройством покрытия на объекте точечной застройки. Предлагается к внедрению в процесс благоустройства новый, экологичный материал, минимизирующий выделение мелкодисперсной пыли в атмосферный воздух городской среды.

Применение экологичных покрытий способствует улучшению качества атмосферного воздуха городских территорий, доступности общественных пространств, повышают общую привлекательность населенных пунктов.

Ключевые слова: пыль, окружающая среда, тротуарная плитка, максимально разовая концентрация, качество атмосферного воздуха, демонтаж, укладка тротуарной плитки, пылевыделение

Original article

REDUCING THE NEGATIVE ENVIRONMENTAL IMPACT OF RESIDENTIAL BUILDINGS DURING LANDSCAPING USING RECYCLED POLYMER PAVING SLABS

Aram A. Ovsepyan¹, Svetlana E. Manzhilevskaya², Dmitrii R. Mailyan³, Nikita S. Bakin⁴

^{1,4} Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

^{2,3} Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

¹aram.barca@mail.ru, ²smanzhilevskaya@yandex.ru, ³dmailyan868@mail.ru, ⁴kafedra_bgd@vgasu.ru



**Овсепян
Арам Арамаисович**



**Манжилевская
Светлана Евгеньевна**



**Маилян
Дмитрий Рафаэлович**



**Бакин
Никита Сергеевич**

Abstract. The covering of paths and playgrounds plays a key role in the formation of a comfortable and safe urban environment in the landscaping of residential buildings. These elements of landscape design not only provide functionality and ease of movement, but also significantly affect the aesthetic perception of the urban area. In conditions of rapid urbanization, when the population of cities continues to grow and the number of point-of-construction facilities increases, it is important to pay attention not only to infrastructure development, but also to the quality of life of citizens. Despite all the positive aspects, during the work on paving sidewalks and playgrounds, a huge amount of fine dust is released.

The article presents the results of a research of dust emissions during landscaping related to the installation of a coating on a point development site. It is proposed to introduce a new, environmentally friendly material into the landscaping process, minimizing the release of fine dust into the atmospheric air of the urban environment. The use of eco-friendly coatings helps to improve the quality of atmospheric air in urban areas, accessibility of public spaces, and increase the overall attractiveness of settlements.

Keywords: dust, environment, paving slabs, maximum single concentration, atmospheric air quality, dismantling, paving slabs, dust release

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

В городах России, где ожидается, что к 2050 году будет жить примерно 84 % населения страны, интенсивное строительство усиливает экологические проблемы, в частности, увеличивает уровень пыли в воздухе. Это ухудшает качество воздуха в городах, что подчеркивается в ряде исследований [1, 2]. С учетом быстро растущего числа городских жителей и активной урбанизации, существует необходимость в разработке и внедрении эффективных решений для снижения выбросов строительной пыли в атмосферу городов [3, 4].

Покрытие дорожек и площадок играет ключевую роль в формировании комфортной и экологически безопасной городской среды [5]. Эти элементы ландшафтного дизайна не только обеспечивают функциональность и удобство передвижения, но и значительно влияют на эстетическое восприятие территории. Правильно спроектирово-

ванные и качественно выполненные покрытия способствуют улучшению доступности общественных пространств, создают условия для активного отдыха и общения, а также повышают общую привлекательность населенных пунктов [6].

Существует множество типов покрытий, каждый из которых имеет свои особенности, преимущества и недостатки [7]. Выбор материала должен зависеть от назначения пространства, климатических условий городской территории, а также от эстетических предпочтений. Кроме того, современные тенденции застройке городских территорий акцентируют внимание на экологичности и устойчивости используемых материалов, что делает вопрос выбора покрытия особенно актуальным [8].

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В ходе строительных процессов по благоустройству территории возникает проблема пылеобразования [9]. Действия, включающие уборку мусора, озеленение, демонтажные работы, укладку тротуарной плитки, особенно ведут к выделению пыли, размерами PM2.5 и PM10. Это не только усложняет условия труда на стройплощадках, но и ухудшает качество жизни местных жителей, проживающих рядом с местами проведения строительных работ [10].

В 2017 году исследователи во главе с Цзянь Цзо установили, что стройплощадки активно способствуют образованию пыли из-за различных строительных операций [11]. Среди основных источников пыли – демонтажные работы, уборка мусора, а также загрузка и выгрузка сыпучих материалов. Китайский ученый Чжоу Г. подтверждает, что пыль, возникающая в ходе этих процессов, оказывает воздействие как на строителей, так и на жителей городских территорий [12]. Специалисты из Китая под руководством Гоуу Тао определили основные методы контроля за загрязнением воздуха пылью на городских строительных площадках [13].

Исследования Евтушенко А. И., Калюжиной Е. А., Мензелинцевой Н. В., Азарова В. Н. выявили серьезные вопросы, связанные с выделением пыли в процессе строительства, которые влияют на качество воздуха и здоровье населения, находящегося рядом со строительными площадками в России [14-17].

Учитывая рост населения в городах и мегаполисах, актуальность защиты окружающей среды и здоровья людей в условиях плотной застройки становится всё более значимой. Особенно важно минимизировать количество выбросов взвешенных частиц при благоустройстве территорий объектов строительства, реконструкции, городских пространств для повышения экологической безопасности воздушной среды городов путем внедрения в строительные процессы применения экологичных материалов, которые смогут решить как экологические, так и эстетические задачи.

Цель данного исследования – оценка пылевого загрязнения при выполнении работ по благоустройству территории в процессе точечной застройки и определение эффективности применения тротуарной плитки из переработанного полимера с целью снижения негативного воздействия пылевых выбросов при ее укладке.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ ИССЛЕДОВАНИЯ

Укладка тротуарной плитки – это процесс, который требует тщательной подготовки и соблюдения определенных технологий для обеспечения долговечности и эстетики покрытия. Процесс создания основы для дорожки или площадки начинается с тщательной очистки зоны от лишней растительности и мусора, а также с удаления старых покрытий. Затем следует этап разметки, который включает в себя установку колышков и протягивание между ними нити для определения контуров будущего покрытия. Далее проводится выкапывание почвы на глубину от 15 до 20 см, что зависит от выбранного типа плитки и предполагаемой нагрузки на покрытие. Второй этап включает обустройство основания, начиная с насыпания слоя песка или мелкого щебня толщиной примерно 10-15 см, что способствует лучшему дренажу и устойчивости покрытия. Завершающий шаг – это уплотнение получившейся подушки с помощью виброплиты или подобного оборудования, что необходимо для предотвращения будущего проседания покрытия.

В процессе укладки тротуарной плитки первым шагом является подготовка основания, на которое равномерно распределяется слой чистого среднезернистого песка толщиной от 3 до 5 см. При укладке плитки следует начать с угла или края, выбрав метод укладки, например, диагональный или шахматный.

Важно обеспечить между плитками небольшие зазоры, обычно в пределах 3-5 мм, для формирования швов. Для точной и ровной укладки каждой плитки может потребоваться использование резинового молотка. Для обеспечения точного соответствия узора и завершения мощения необходимо срезать края тротуарной плитки, особенно в сложных участках. Для заполнения швов между плитами используется сухой песок после того, как плитка будет уложена. Это укрепляет положение плиток и повышает эстетическую привлекательность.

Главным фактором, вызывающим пылевыделение является подрезка тротуарной плитки. Тротуарная плитка, которая используется в данный момент на строительной площадке, выполнена из вибропресованного бетона, а бетон славится огромным количеством пылевыделения во время демонтажа или попытки разрезания его специализированной техникой. Срезы осуществляются угловой шлифовальной машиной (УШМ), или в простонародье «Болгарка», со специальным алмазным диском, рисунок 1.

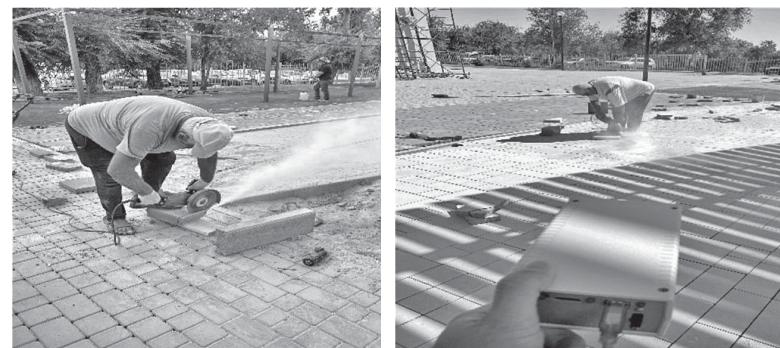


Рис. 1. Работа угловой шлифовальной машиной

Данный вид работы сопровождается пылевыделением, так, например, при демонтаже запыленность в воздушной среде увеличивается на 50-80 %, при укладке тротуарной плитки – на 10-25 %, уборке территории сухим способом с использованием специальной техники – на 25-35 %, что представлено на рисунке 2.

В качестве критерия оценки качества атмосферного воздуха были определены санитарно-гигиенические нормативы мелкодисперсной пыли. Отбор проб проводился с помощью ручного счётчика частиц HANDHELD 3016 IAQ в режиме реального времени (с ежеминутной детекцией). Время отбора проб и период усреднения при определении максимальных разовых концентраций составляло 20 мин, каждую минуту фиксировались единичные значения. Прибор размещался на высоте 1,5 м (табл. 1).

Таблица 1.

Концентрация частиц PM10 и PM2,5 при работах по благоустройству территории

| Источник пылевыделения | Концентрация мг/м ³ | | Нормативы содержания взвешенных частиц, ПДК _{м.р.} , мг/м ³ | |
|---------------------------|--------------------------------|-------|---|-------|
| | PM10 | PM2.5 | PM10 | PM2.5 |
| Уборка мусора | 0.18 | 0.07 | | |
| Очистка и озеленение | 0.15 | 0.09 | | |
| Демонтажные работы | 0.24 | 0.11 | 0.3 | 0.16 |
| Укладка тротуарной плитки | 0.33 | 0.13 | | |

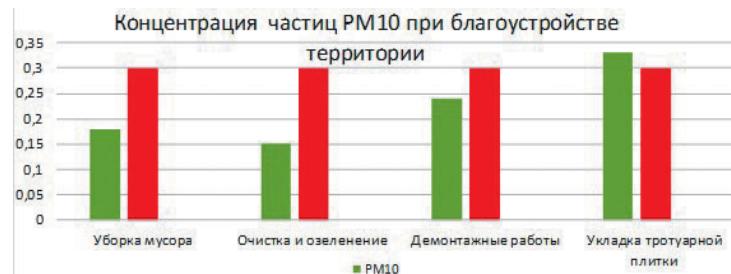


Рис. 2. Диаграммы запыленности PM2.5 и PM10 воздуха городской среды во время работ по благоустройству, в том числе укладки тротуарной плитки

На рисунке 3 представлена микрофотография образцов пыли, отобранный при производстве работ по укладке тротуарной пыли.

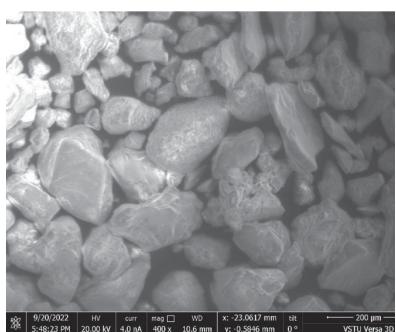


Рис. 3. Микрофотография образцов пыли, отобранный на территории по укладке тротуарной плитки

Проведенные исследования показали, что наибольшее количество пыли выделяется при работах по укладке тротуарной плитки. Полученные данные свидетельствуют о том, что содержание частиц PM10 в атмосфере составляет от 100 %. и на долю частиц PM2.5 – от 5 до 48 % от общей массы, рисунок 4.

Также можем сделать вывод на основе всех полученных данных о концентрации мелкодисперсных частиц PM10 и PM2.5 (рисунки 5 и 6).

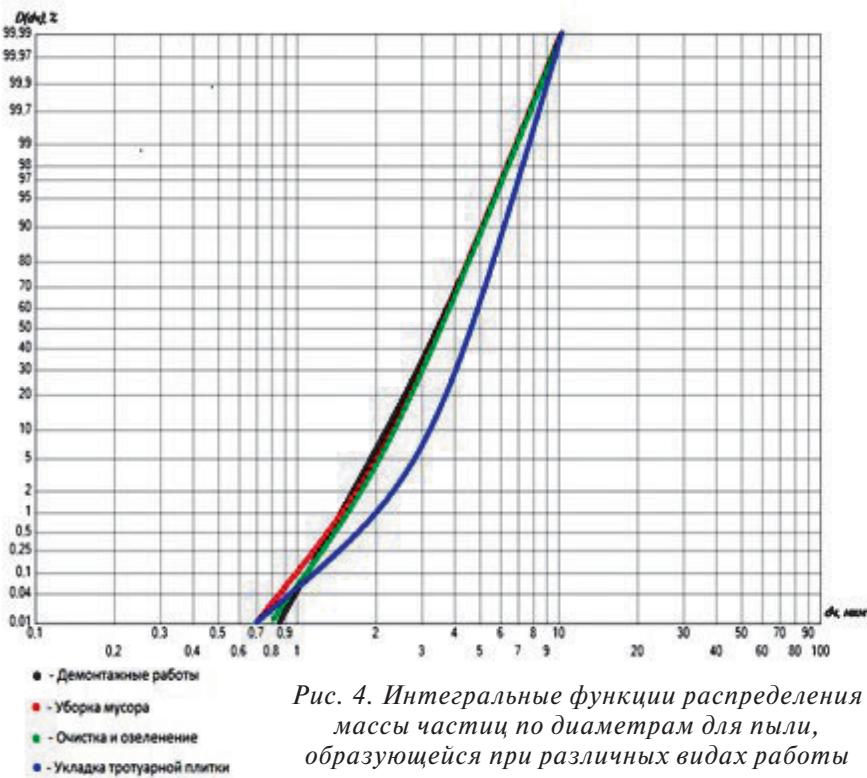


Рис. 4. Интегральные функции распределения массы частиц по диаметрам для пыли, образующейся при различных видах работы

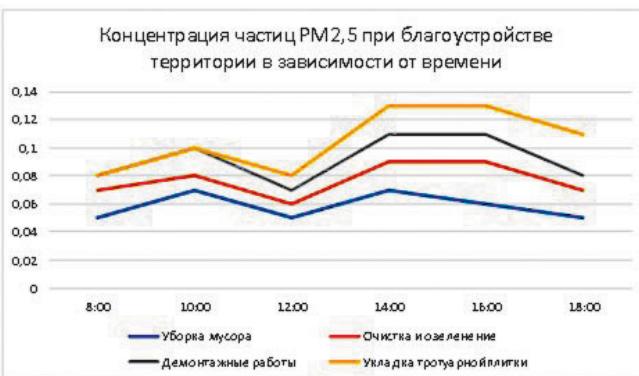


Рис. 6. Зависимость концентрации пыли PM2.5 по времени, образующейся при различных видах работ по благоустройству территории точечной застройки

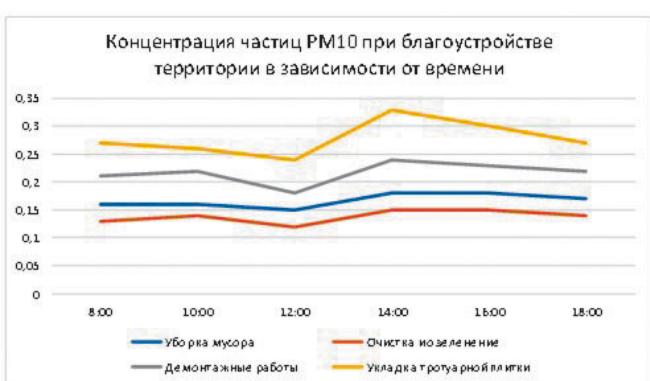


Рис. 5. Зависимость концентрации пыли PM10 по времени, образующейся при различных видах работ по благоустройству территории точечной застройки



Рис. 7. Пример готовой тротуарной плитки из переработанного материала полимер

Современное решение процесса пылевыделения от плиточного мощения — применение тротуарной плитки и бортовых ограждений из переработанного полимера.

Тротуарная плитка из переработанного полимера — это инновационное решение в области благоустройства и устойчивого развития. Она изготавливается из переработанных пластиковых отходов, что помогает уменьшить количество пылевыделения в процессе работ по устройству монтажа и демонтажа, а также способствует более эффективному использованию ресурсов, рисунок 7.

Во время испытаний эко-плитки на излом, разрез, были произведены замеры концентрации PM2.5 и PM10.

Таблица 2.

Концентрация частиц PM10 и PM2.5 при работах с эко-плиткой

| Источник пылевыделения | Концентрация мг/м ³ | | Нормативы содержания взвешенных частиц, ПДК _{м,р,} мг/м ³ | |
|----------------------------|-----------------------------------|-------|---|-------|
| | PM10 | PM2.5 | PM10 | PM2.5 |
| Демонтаж | 0,07 | 0,03 | | |
| Подрезка тротуарной плитки | 0,11 | 0,06 | 0,3 | 0,16 |
| Укладка тротуарной плитки | 0,18 | 0,05 | | |

ВЫВОДЫ

По результатам измерений наблюдается снижение концентрации пыли в ходе строительных работ, связанных с применением материалов из переработанного полимера. Основной причиной снижения уровня концентрации пыли является отсутствие цемента в полимер-песчаных изделиях. При механической обработке бетона (например, шлифовка, резка) выделяется пыль, содержащая как цементные частицы, так и другие компоненты. Снижение концентрации PM10 и PM2.5 происходит в среднем на 50 %.

Производство тротуарной плитки из переработанного полимера только начинает покорять российский рынок, но проведенные эксперименты с резкой, демонтажом и укладкой плитки из переработанного полимера доказывают экологическую и экономическую эффективность ее применения в работах по благоустройству объектов точечной застройки на городских территориях, в связи с долговечностью и устойчивостью к внешним воздействиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Kaja N., Stuti G. Impact of construction activities on environment // International Journal of Engineering Technologies and Management Research. 2023. Vol. 10, issue 1. Pp. 17-24. DOI:10.29121/ijetmr.v10.i1.2023.1277.
- Манжилевская, С. Е. Влияние мелкодисперсной пыли на окружающую среду при локальном строительстве // Строительство и реконструкция. 2020. N 6. C. 86-99. URL: https://oreluniver.ru/public/file/archive/sir_2073-7416-2020-92-6-86-98.pdf (дата обращения: 28.04.2025). ISSN 2073-7416. DOI: 10.33979/2073-7416-2020-92-6-86-98.
- Петренко, Л. К., Манжилевская, С. Е., Тутаев, А. А., Тимошенко, Е. В. Организация мероприятий по охране атмосферного воздуха на строительных площадках от воздействия мелкодисперсной пыли // Инженерный вестник Дона. 2019. N 1. C. 167. URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_135_Petrenko_испр.pdf_1ef3342139.pdf (дата обращения: 28.04.2025). ISSN 2073-8633.
- Манжилевская, С. Е. Экологический мониторинг экологической безопасности в зонах строительства, реконструкции и функционирования объектов//Строительные материалы и изделия. 2019. N. 2. C. 78-84. URL: <https://bstu-journals.ru/wp-content/uploads/2019/07/manzhilevskaja.pdf> (дата обращения: 28.04.2025). E-ISSN 2618-7183. DOI: 10.34031/2618-7183-2019-2-3-78-84.
- Han S.-W. Modification of Hybrid Receptor Model for Atmospheric Fine Particles (PM2.5) in 2020 Daejeon, Korea, Using an ACERWT Model. Atmosphere. 2024. Vol. 15. 477. DOI: 10.3390/atmos15040477.
- Азаров, В. Н., Кузьмичев, А. А., Николенко, Д. А., Васильев, А. Н., Козловцева, Е. Ю. Исследование дисперсного состава пыли городской среды // Вестник МГСУ. 2020. N 15. C. 432–442. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_42665447_43310220.pdf (дата обращения: 28.04.2025). ISSN 1997-0935. DOI: 10.22227/1997-0935.2020.3.432-442.
- Сумеркин, Ю. А., Теличенко, В. И., Оценка экологической безопасности придомовых территорий жилых районов // Промышленное и гражданское строительство. 2017. N 6. C. 75-79. URL: <http://www.pgs1923.ru/ru/index.php/04/04/02/index.php?m=4&y=2017&v=06&p=13> (дата обращения: 28.04.2025). ISSN 0869-7019.
- Ахмедова, О. О., Лясин, Р. А., Азаров, В. Н. Анализ систем мониторинга качества воздуха, созданных на базе недорогих сенсорных датчиков // Строитель Донбасса. 2024. N 4. C. 80-87. URL: https://donnasa.ru/publish_house/journals/sd/2024-4/11_akhmedova_lyasin_azarov.pdf (дата обращения: 28.04.2025). ISSN: 2617-1848. DOI:10.71536/sd.2024.4c29.11.
- Azarov V.N., Trokhimchuk M.K., Sidelnikova O.E., Research of dust content in the earthworks working area. Procedia Engineering. 2016. Vol. 150. Pp. 2008-2012. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.07.282.
- Cui Tianxin. Development of Dust Monitoring in Urban Construction Sites and Suggestions on Dust Control. Journal of Innovation and Development. 2023. Vol. 2. Pp. 18-21. DOI:10.54097/jid.v2i2.5904.
- Zuo J. Dust pollution control on construction sites: Awareness and self-responsibility of managers. J. Clean. Prod. 2017. Vol. 166. Pp. 312-320. DOI:10.1016/j.jclepro.2017.08.027.
- Zhou G., Liu Z., Shao W., Sun B., Li L., Liu J., Li G. Study on the Effects of Dust Particle Size and Respiratory Intensity on the Pattern of Respiratory Particle Deposition in Humans. Indoor Air. 2024. Vol. 1. DOI:10.1155/2024/5025616.

13. Tao G. Reducing Construction Dust Pollution by Planning Construction Site Layout. *Buildings*. 2022. Vol. 12. Pp. 531. DOI:10.3390/buildings12050531.
14. Meskhi B. Ch., Evtushenko A. I., Azarov V. N., Zhukova N. Comprehensive assessment of the dust environment at the construction industry enterprises. *E3S Web of Conferences: IV International Scientific Conference "Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development"*. 2021. Vol. 281. Pp. 09024. DOI 10.1051/e3sconf/202128109024.
15. Стреляева, А. Б., Калюжина, Е. А. Экологическая безопасность при проведении земляных и строительно-отделочных работ // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. N 50. C. 321-329. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_32321732_47879159.pdf (дата обращения: 28.04.2025). ISSN 1815-4360.
16. Kuzmichev A. A., Azarov V. N., Kuzmichev A. V. The study of the particulate matter's adhesion regularities on the vertical buildings' and structures' surfaces. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development*. 2020. Vol. 913. 032043. DOI 10.1088/1757-899X/913/3/032043.
17. Menzelintseva N.V., Karapuzova N.Y., Mikhailovskaya Y.S., Redhwan A.M. Efficiency of standards compliance for PM(10) and PM(2,5). *International Review of Civil Engineering*. 2016. Vol. 7, issue 6. Pp. 1-8. DOI:10.15866/irece.v7i6.9750.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Овсепян Арам Арамаисович – аспирант кафедры безопасности жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве Волгоградского государственного технического университета, Волгоград, Россия. Научные интересы: совершенствование системы защиты атмосферного воздуха в городской среде от пылевого загрязнения.

Манжилевская Светлана Евгеньевна – кандидат технических наук, доцент кафедры организации строительства Донского государственного технического университета, Ростов-на-Дону, Россия. Научные интересы: совершенствование системы защиты атмосферного воздуха при точечном строительстве в городской среде от пылевого загрязнения.

Майлян Дмитрий Рафаэлович – доктор технических наук, заведующий кафедрой железобетонных и каменных конструкций Донского государственного технического университета, Ростов-на-Дону, Россия. Член-корреспондент Российской Академии естественных наук, «Почетный строитель РФ» и «Почетный работник высшего профессионального образования РФ». Научные интересы: развитие общей методики повышения экологической безопасности в строительной деятельности.

Бакин Никита Сергеевич – аспирант кафедры безопасности жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве Волгоградского государственного технического университета, Волгоград, Россия. Научные интересы: совершенствование системы защиты атмосферного воздуха в городской среде от пылевого загрязнения.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Ovsepyan Aram A. – postgraduate student of the Department of Life Safety in Construction and Urban Economy, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia. Scientific interests: improvement of the atmospheric air protection system in the urban environment from dust pollution.

Manzhilevskaya Svetlana E. – PhD. Sc. (Eng.), Associate professor of Construction Management Department, Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia. Scientific interests: improvement of the atmospheric air protection system for point-pattern construction in the urban environment from dust pollution.

Mailyan Dmitrii R. – D. Sc. (Eng.), Head of the Concrete Constructions and Structures Department, Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia. Corresponding member of Academy of building sciences of Russia, Honorary Builder of the Russian Federation and Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation. Scientific interests: development of a general methodology for improving environmental safety in construction activities.

Bakin Nikita S. – postgraduate student of the Department of Life Safety in Construction and Urban Economy, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia. Scientific interests: improvement of the atmospheric air protection system in the urban environment from dust pollution.

REFERENCES

1. Kaja N., Stuti G. (2023), “Impact of construction activities on environment”, *International Journal of Engineering Technologies and Management Research*, vol. 10, issue 1, pp. 17-24, DOI:10.29121/ijetmr.v10.i1.2023.1277.
2. Manzhikevskaya S.E. (2020), *Vliyanie melkodispersnoj pyli na okruzhayushchuyu sredu pri lokal'nom stroitel'stve* [Impact of fine dust on the environment in local construction], *Stroitel'stvo i rekonstrukciya*, vol. 6, pp. 86-99, available at: https://oreluniver.ru/public/file/archive/sir_2073-7416-2020-92-6-86-98.pdf (Accessed 28 April 2025), ISSN 2073-7416, DOI: 10.33979/2073-7416-2020-92-6-86-98.
3. Petrenko L.K., Manzhilevskaya S.E., Tutaev A. A., Timoshenko E. V. (2019), *Organizaciya meropriyatiy po ohrane atmosfernogo vozduha na stroitel'nyh ploshchadkah ot vozdejstviya melkodispersnoj pyli* [Organization of measures for the protection of atmospheric air at construction sites from the impact of fine dust], *Inzenernyj vestnik Dona*, vol. 1, p. 167. available at: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_135_Petrenko_ucnp.pdf_1ef3342139.pdf (Accessed 28 April 2025), ISSN 2073-8633.
4. Manzhikevskaya S.E. (2019), *Ekologicheskij monitoring ekologicheskoj bezopasnosti v zonah stroitel'stva, rekonstrukcii i funkcionirovaniya ob'ektorov* [Environmental monitoring of ecological safety in areas of construction, reconstruction and operation of objects], *Stroitel'nye materialy i izdeliya*, vol. 2, pp. 78-84, available at: <https://bstu-journals.ru/wp-content/uploads/2019/07/manzhilevskaja.pdf> (Accessed 28 April 2025), E-ISSN 2618-7183, DOI: 10.34031/2618-7183-2019-2-3-78-84.
5. Han S.-W. (2024), “Modification of Hybrid Receptor Model for Atmospheric Fine Particles (PM2.5) in 2020 Daejeon,

- Korea, Using an ACERWT Model”, *Atmosphere*, vol. 15, 477, DOI: 10.3390/atmos15040477.
6. Azarov Valeriy, Kuzmichev Andrey, Nikolenko Denis, Vasilev Anatoliy, Kozlovtseva Elena. (2020), *Issledovanie dispersnogo sostava pyli gorodskoj sredy [The research of dust dispersed composition of urban environment]*, *Vestnik MGSU*, vol. 15, pp. 432–442, available at: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_42665447_43310220.pdf (Accessed 28 April 2025), ISSN 1997-0935, DOI: 10.22227/1997-0935.2020.3.432-442.
7. Sumerkin Yu. A., Telichenko V. I. (2017), *Ocenka ekologicheskoy bezopasnosti pridomovyh territorij zhilyh rajonov [Assessment of ecological safety of territories adjoining residential areas]*, *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, vol. 6, pp. 75–79, available at: <http://www.pgs1923.ru/ru/index.php/04/04/02/02/index.php?m=4&y=2017&v=06&p=13> (Accessed 28 April 2025), ISSN 0869-7019.
8. Akhmedova O.O., Lyasin R. A., Azarov V. N. (2024), *Analiz sistem monitoringa kachestva vozduha, sozdannyh na baze nedorogih sensornyh datchikov [Analysis of air quality monitoring systems based on low-cost sensors]*, *The Builder of Donbass*, vol. 4, pp. 80-87, available at: https://donnasa.ru/publish_house/journals/sd/2024-4/11_akhmedova_lyasin_azarov.pdf (Accessed 28 April 2025). ISSN: 2617-1848. DOI:10.71536/sd.2024.4c29.11.
9. Azarov V.N., Trokhimchuk M.K., Sidelnikova O.E. (2016), “Research of dust content in the earthworks working area”, *Procedia Engineering*, vol. 150, pp. 2008-2012, DOI: 10.1016/j.proeng.2016.07.282.
10. Cui Tianxin. (2023), “Development of Dust Monitoring in Urban Construction Sites and Suggestions on Dust Control”, *Journal of Innovation and Development*, vol. 2, pp. 18-21, DOI:10.54097/jid.v2i2.5904.
11. Zuo J. (2017), “Dust pollution control on construction sites: Awareness and self-responsibility of managers”, *J. Clean. Prod.*, vol. 166, pp. 312-320, DOI:10.1016/j.jclepro.2017.08.027.
12. Zhou G., Liu Z., Shao W., Sun B., Li L., Liu J., Li G. (2024), “Study on the Effects of Dust Particle Size and Respiratory Intensity on the Pattern of Respiratory Particle Deposition in Humans”, *Indoor Air*, vol. 1, DOI:10.1155/2024/5025616.
13. Tao G. (2022), “Reducing Construction Dust Pollution by Planning Construction Site Layout”, *Buildings*, vol. 12, pp. 531, DOI:10.3390/buildings12050531.
14. Meskhi B. Ch., Evtushenko A. I., Azarov V. N., Zhukova N. (2021), “Comprehensive assessment of the dust environment at the construction industry enterprises”, *E3S Web of Conferences: IV International Scientific Conference “Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development”*, vol. 281, 09024, DOI 10.1051/e3sconf/202128109024.
15. Strelyanova A.B., Kalyuzhina E.A. (2017), *Ekologicheskaya bezopasnost' pri provedenii zemlyanyh i. stroitel'no-otdelochnyh rabot [Environmental Safety of Earthworks and Construction and Decoration Works]*. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura*, vol. 50, pp. 321–329, available at: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_32321732_47879159.pdf (Accessed 28 April 2025), ISSN 1815-4360.
16. Kuzmichev A. A., Azarov V. N., Kuzmichev A. V. (2020), “The study of the particulate matter's adhesion regularities on the vertical buildings' and structures' surfaces”, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development*, vol. 913, 032043, DOI 10.1088/1757-899X/913/3/032043.
17. Menzelintseva N.V., Karapuzova N.Y., Mikhailovskaya Y.S., Redhwan A.M. (2016), “Efficiency of standards compliance for PM(10) and PM(2,5)”, *International Review of Civil Engineering*, vol. 7, issue 6, pp. 1-8, DOI:10.15866/irece.v7i6.9750.

Статья поступила в редакцию 30.04.2025; одобрена после рецензирования 16.05.2025; принята к публикации 23.05.2025.

The article was submitted 30.04.2025; approved after reviewing 16.05.2025; accepted for publication 23.05.2025.

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Планируемый к изданию 32-й номер научно-практического журнала «Строитель Донбасса» будет включать статьи и сообщения, в которых излагаются результаты исследований и разработок по направлениям:

СТРОИТЕЛЬСТВО

- теория расчета строительных конструкций;
- работа материала в составе конструкции, работа материала в условиях хрупкого разрушения, при циклических воздействиях и т.п.;
- проблемы формообразования и оптимальное проектирование зданий и сооружений;
- нагрузки и воздействия на конструкции, здания и сооружения;
- экспериментальные исследования строительных конструкций;
- изготовление строительных конструкций;
- теоретические основы надёжности конструкций зданий и сооружений;
- обеспечение и прогнозирование эксплуатационной надёжности уникальных сооружений;
- техническая диагностика и мониторинг конструкций зданий и сооружений;
- теория формирования и совершенствования строительных технологий;
- анализ технологических процессов при возведении, реконструкции, усилении, восстановлении строительных объектов;
- системы комплексных строительных технологий при возведении зданий, сооружений и инженерных сетей;
- организация и управление строительным производством при возведении, реконструкции, усилении, восстановлении строительных объектов;
- технология и организация эксплуатации зданий и сооружений промышленных предприятий и инженерных сетей;
- технология и организация ведения работ при демонтаже (разборке) зданий и сооружений;
- анализ эффективности применения основных строительных машин и механизмов при осуществлении строительно-монтажных, реконструктивных и демонтажных работ;
- строительные материалы.

ИНЖЕНЕРНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

- интенсификация процессов биологической очистки городских сточных вод;
- современные экологически безопасные технологии обработки осадка, инновационные подходы к разделению иловых смесей в биологических реакторах;
- повышение эффективности работы систем подачи и распределения воды;
- оптимизация режима работы теплогенерирующего оборудования систем теплоснабжения;
- использование низкопотенциальной теплоты в системах тепло- и холодоснабжения;
- энергосбережение в системах отопления, вентиляции и кондиционирования;
- обеспечение безопасности строительных объектов при возникновении ЧС техногенного характера;
- изучение методов предотвращения обрушения строительных объектов при катастрофах;
- повышение надежности систем городского хозяйства;
- развитие транспортных систем населенных пунктов;
- комплексная реконструкция территорий промышленных предприятий региона
- электротехника и автоматизация в строительстве.

АРХИТЕКТУРА

- исследование проблем архитектуры, ее стилеобразования, эстетики и художественной выразительности;
- процессы формирования современной градостроительной среды объектов городской застройки;
- особенности развития садово-парковой и ландшафтной архитектуры в современных социально-экономических условиях;
- разработка основных положений и приоритетных подходов к сохранению и развитию архитектурно-исторической среды в рамках концепции устойчивого развития городских территорий;
- определение фундаментальных основ и приоритетных подходов развития и совершенствования жилищной архитектуры в условиях нового строительства и реконструкции;
- особенности формирования архитектурной среды жизнедеятельности и реабилитации маломобильных групп населения в городах промышленного типа;
- исследование региональных особенностей архитектуры зданий и сооружений и их комплексов, в том числе объектов историко-архитектурного культурного наследия;
- определение научных и практических направлений развития архитектурно-градостроительной реконструкции зданий и сооружений, городских территорий гражданского и промышленного назначения;
- прогнозные исследования в области архитектурной модернизации промышленных зданий и сооружений;
- теоретические и экспериментальные основы градостроительного использования нарушенных территорий в промышленных городах.

ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И НЕДВИЖИМОСТИ

- актуальные вопросы экономики строительства и жилищно-коммунального хозяйства;
- теоретические и прикладные аспекты управления проектами;
- новое в экспертизе и управлении недвижимостью;
- инвестиционные проблемы развития промышленного и гражданского строительства;
- цифровая экономика в строительстве: перспективы развития;
- кадровое обеспечение строительства и жилищно-коммунального хозяйства;
- отраслевые приоритеты научных исследований в области экономики и управления строительством и жилищно-коммунальным хозяйством.

ТРАНСПОРТНОЕ, ГОРНОЕ И СТРОИТЕЛЬНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

- автотранспортное обеспечение строительного комплекса;
- совершенствование конструкции, рабочего процесса и технологии ремонта современных автотранспортных средств;
- эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов;
- подъёмно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование;
- повышение комплексной безопасности технологического процесса при использовании наземных транспортно-технологических машин;
- физико-химическое материаловедение транспортно-технологических машин и оборудования;

**Материалы просим направлять до 12 сентября 2025 г. по адресу:
286123, Российская Федерация, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2,
ФГБОУ ВО «ДОННАСА». Электронная почта: strdon@donnasa.ru
При подаче материалов придерживайтесь «Требований для авторов»
с целью обеспечения наиболее быстрой публикации ваших статей.**

С уважением, редакционная коллегия

МИССИЯ ВЫПОЛНЕНА



17 мая прошло торжественное закрытие успешного учебного года Инженерного полигона Донбасской национальной академии строительства и архитектуры.

Ребята продемонстрировали свои знания, результативно преодолев тематические задания, а также принял участие в разнообразных конкурсах.

За это участников наградили стильными футболками и блокнотами с логотипом Инженерного полигона.

Каждая школа, участвовавшая на протяжении года в лекциях, получила благодарности за плодотворное сотрудничество и поддержку в работе Инженерного полигона.

Этот день стал отличным завершением учебного года и вдохновением для новых достижений.





ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»



РФ ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2



+38(0623) 43-70-33



mailbox@donnasa.org