

ISSN 2617-1848



СТРОИТЕЛЬ ДОНБАССА

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№ 4 (29) декабрь 2024

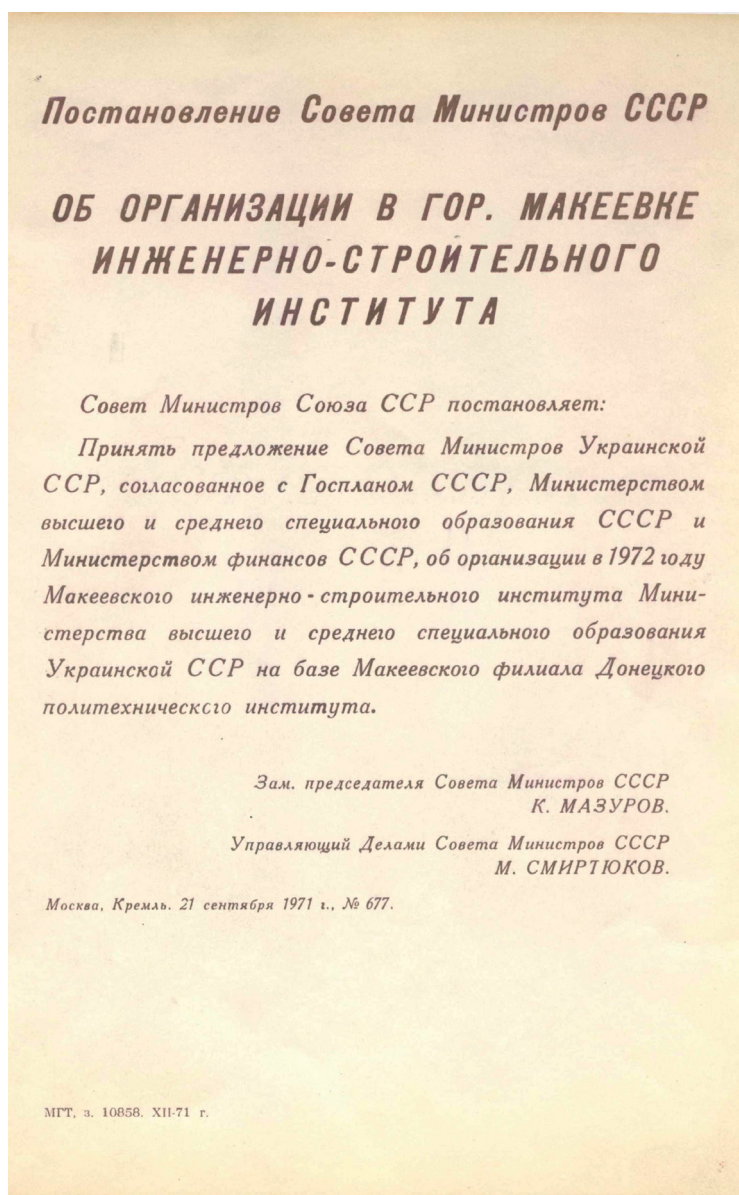


Министерство строительства
и жилищно-коммунального хозяйства ДНР



Министерство образования
и науки ДНР

С ДНЁМ РОЖДЕНИЯ, РОДНОЙ ВУЗ!



От МИСИ до ДОННАСА: история длиной в полвека

В 2024 году Донбасская национальная академия строительства и архитектуры отмечает 52-ю годовщину своего основания. За это время мы прошли непростой путь и по праву можем называться средоточием архитектурно-строительной мысли нашего края.

Инженерно-строительная школа Донбасса начала свою историю в 1947 году, когда Родина нуждалась в профессиональных кадрах для послевоенного восстановления гражданской и промышленной инфраструктуры.

Основные даты:

1947 год – основание Строительного факультета Донецкого индустриального института, первый набор студентов;

Сентябрь 1967 года – перенос Строительного факультета Донецкого политехнического института в Макеевку;

21 сентября 1971 года – историческое Постановление Совета Министров СССР «Об организации в городе Макеевке инженерно-строительного института».

24 ноября 1971 года – Приказ Министра высшего и среднего специального образования Украинской ССР «Об организации в Макеевке инженерно-строительного института».

Согласно этому приказу, МИСИ должен был начать свою работу с 1 января 1972 года. Проводилась подготовительная работа к началу обучения будущих специалистов. Первый набор студентов МИСИ как самостоятельного вуза был осуществлён в сентябре 1972 года.

Негласной датой основания МИСИ (и позже ДОННАСА) принято считать **Международный день студента (17 ноября)**.

С Днём рождения, Академия!

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 № 4 от 06.12.2024

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 23.12.2024. Формат 60 x 90¹/₈.
Бум. мелов. Усл. печ. л. 14,01. Тираж 300 экз. Заказ № 27.

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

1. Агеев В.Г. – ГБУ «НИИ «Респиратор» МЧС ДНР», РФ
2. Андрийчук Н.Д. – ФГБОУ ВО ЛНР «ЛНУ им. Даля», РФ
3. Башева 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. – ИрННТУ, РФ
7. Братчун В.И. – ФГБОУ ВО «ДОННАСА», РФ
8. Брюханов 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. Нечпаев В.Г. – ФГБОУ ВО «ДОННТУ», РФ
29. Олексюк 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

СО Д Е Р Ж А Н И Е

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ
ОСОБЕННОСТЕЙ АРХИТЕКТУРЫ ЗДАНИЙ
И СООРУЖЕНИЙ И ИХ КОМПЛЕКСОВ,
В ТОМ ЧИСЛЕ ОБЪЕКТОВ ИСТОРИКО-
АРХИТЕКТУРНОГО КУЛЬТУРНОГО
НАСЛЕДИЯ**

З. С. Нагаева, Р. Л. Альчиков, М. Э. Куртбединова
СОХРАНЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЦЕЛОСТНОЙ
ИСТОРИЧЕСКОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ
Г. БАХЧИСАРАЙ МЕТОДОМ
РЕВИТАЛИЗАЦИИ4

**ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ
СОВРЕМЕННОЙ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ
СРЕДЫ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ**

К. А. Маренков, С. В. Виноградов
АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА
АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ
КОМПЛЕКСОВ 12

М. А. Черныш, П. В. Васильченко
ВЛИЯНИЕ ТИПОЛОГИИ
НА ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ
АВТОВОКЗАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ
НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ20

Н. Н. Харьковская, М. А. Прасолова
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ
КОМПЛЕКСОВ 28

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Н. М. Зайченко, Д. Ю. Букина
КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ
ЩЕЛОЧЕАКТИВИРОВАННЫХ БЕТОНОВ
НА ОСНОВЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ
ОТХОДОВ ТЭС 35

*В. В. Чигарев, А. Г. Белик, Д. А. Зареченский,
Н. А. Пестунова*
ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРОВ-СВАРЩИКОВ
В ДОНБАССЕ 43

**ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ
ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

Е. Л. Головатенко, Т. И. Савенкова, В. А. Иванченко
ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШАХТНЫХ
ВОД В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ
УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ
С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ НА
ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ 50

Д. А. Плотников, В. В. Мамаев
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ШАХТНЫХ
САМОСПАСАТЕЛЕЙ В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ
ДЛЯ УДОБРЕНИЙ 58

В. С. Шмелев
ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
В МОРСКИХ УГОЛЬНЫХ ПОРТАХ 64

*В. С. Шмелев, А. В. Мясков, А. А. Мясков,
Е. В. Севостьянова, М. А. Сухорукова*
ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
В МОРСКИХ УГОЛЬНЫХ ПОРТАХ 71

О. О. Ахмедова, Р. А. Лясин, В. Н. Азаров
АНАЛИЗ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА
КАЧЕСТВА ВОЗДУХА, СОЗДАННЫХ
НА БАЗЕ НЕДОРОГИХ СЕНСОРНЫХ
ДАТЧИКОВ 78

О. Н. Зерова, И. В. Телегин, В. И. Водолазский
ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ
СТОИМОСТЬЮ ИНВЕСТИЦИОННО-
СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ
НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ 86

S U M M A R Y

**RESEARCH OF REGIONAL FEATURES
IN ARCHITECTURE OF BUILDINGS AND
STRUCTURES AND ITS GROUPS, INCLUDING
HISTORICAL AND ARCHITECTURAL CULTURAL
HERITAGE OBJECTS**

*Zarema Nagaeva, Ramazan Alchikov, Mavile
Kurtbedinova*

PRESERVATION AND DEVELOPMENT
IN INTEGRATED HISTORICAL URBAN
ENVIRONMENT OF BAKHCHISARAY BY
REVITALIZATION METHOD.....4

**PROCESSES OF MODERN URBAN
DEVELOPMENT ENVIRONMENT'S FORMATION
FOR URBAN DEVELOPMENT OBJECTS**

Konstantin Marenkov, Sergey Vinogradov

ANALYSIS OF INTERNATIONAL
EXPERIENCE IN ARCHITECTURAL
DESIGN OF SPORTS AND RECREATION
COMPLEXES..... 12

Marina Chernysh, Polina Vasilchenko

INFLUENCE OF TYPOLOGY ON THE
FUNCTIONALITY OF NEW GENERATION'S
BUS STATION COMPLEXES..... 20

Natalia Kharkovskaya, Margarita Prasolova

INTERNATIONAL EXPERIENCE IN DESIGN
OF MULTIFUNCTIONAL RESIDENTIAL
COMPLEXES.....28

CONSTRUCTION MATERIALS

Nikolay Zaichenko, Darya Bukina

CORROSION RESISTANCE OF ALKALI-
ACTIVATED CONCRETE BASED ON ASH
AND SLAG WASTE FROM THERMAL POWER
PLANTS 35

*Valery Chigarev, Alexander Belik, Denis Zarechensky,
Natalia Pestunova*

TRAINING OF WELDING ENGINEERS IN
DONBASS 43

**IMPROVEMENT OF RELIABILITY OF
MUNICIPAL ECONOMY SYSTEMS**

*Ekaterina Golovatenko, Tatyana Savenkova, Victoriya
Ivanchenko*

PROBLEMS OF USING MINE WATER IN
TECHNOLOGICAL PROCESSES OF COAL
MINING ENTERPRISES TO REDUCE
IMPACT ON THE ENVIRONMENT 50

Denis Plotnikov, Valeriy Mamaev

USING MINE SELF-RESCUER WASTE AS A
RAW MATERIAL FOR FERTILIZERS 58

Vyacheslav Shmelev

PROBLEMS OF ENVIRONMENTAL SAFETY
IN SEA COAL PORTS 64

*Vyacheslav Shmelev, Alexander Myaskov, Artemy
Myaskov, Elena Sevostyanova, Marina Sukhorukova*

IMPLEMENTATION OF AUTOMATED
ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEMS
TO ENSURE ENVIRONMENTAL SAFETY IN
SEA COAL PORTS..... 71

Olga Akhmedova, Roman Lyasin, Valery Azarov

ANALYSIS OF AIR QUALITY MONITORING
SYSTEMS BASED ON LOW-
COST SENSORS 78

Olga Zerova, Ilya Telegin, Vladislav Vodolazsky

FEATURES OF COST MANAGEMENT OF
INVESTMENT AND CONSTRUCTION
PROJECTS BASED ON INFORMATION
MODELING 86

Строитель Донбасса. 2024. Выпуск 4-2024. С. 6-13. ISSN 2617-1848 (print)

The Builder of Donbass. 2024. Issue 4-2024. P. 6-13. ISSN 2617-1848 (print)

Научная статья

УДК 721.021

doi: 10.71536/sd.2024.4c29.1

СОХРАНЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЦЕЛОСТНОЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ Г. БАХЧИСАРАЙ МЕТОДОМ РЕВИТАЛИЗАЦИИ

Зарема Садыковна Нагаева¹; Рамазан Линурович Альчиков²;
Мавиле Эскендеровна Куртбединова³

^{1,2,3}АНО «Центр научно-инновационного развития архитектуры и искусства», Симферополь,
Россия, ¹zarema.nagaeva@gmail.com, ²alchikov_ramazan@mail.ru, ³mav-curt@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются вопросы сохранения и развития исторической городской среды г. Бахчисарай с использованием методов ревитализации. Авторы анализируют документы ЮНЕСКО, касающиеся процессов защиты культурного наследия методом ревитализации исторической городской среды, и изучают их практическое применение в данном контексте. Проанализированы методы ревитализации, включая выявление исторической среды, восстановление ключевых сооружений и их функционального значения, а также разработку архитектурно-пространственных решений. Уделяется внимание современным факторам, влияющим на функционирование исторических объектов, с учетом международных норм по сохранению наследия, таких как Вашингтонская хартия и Принципы Валлетты. Определены и охарактеризованы конкретные локации в пределах г. Бахчисарай, подходящие для ревитализации. Выявлены принципы ЮНЕСКО, которые необходимо использовать в дальнейшей работе с исторической средой г. Бахчисарай, представлены рекомендации по эффективному восстановлению и развитию исторической обстановки г. Бахчисарай с учетом современных методов ревитализации.

Ключевые слова: ревитализация, историческая городская среда, Принципы Валлетты, памятники культурного наследия

Original article

PRESERVATION AND DEVELOPMENT IN INTEGRATED HISTORICAL URBAN ENVIRONMENT OF BAKHCHISARAY BY REVITALIZATION METHOD

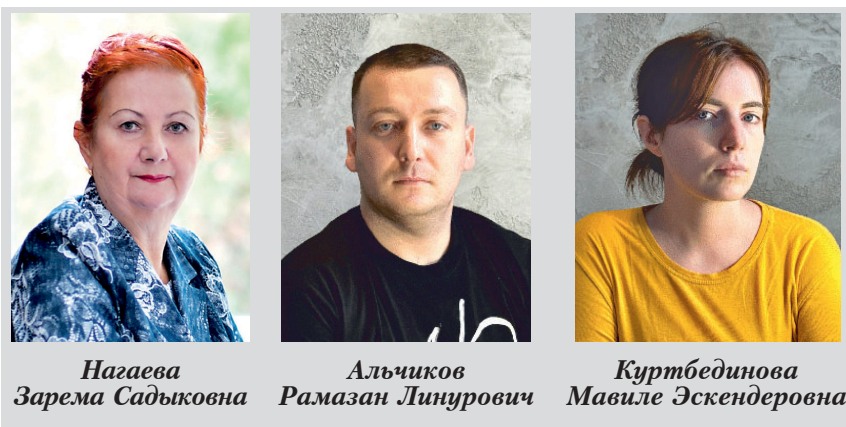
Zarema S. Nagaeva¹; Ramazan L. Alchikov²; Mavile E. Kurtbedinovai³

^{1,2,3}ANO "Center for Scientific and Innovative Development of Architecture and Art", Simferopol,
Russia, ¹zarema.nagaeva@gmail.com, ²alchikov_ramazan@mail.ru, ³mav-curt@mail.ru

Abstract. The article examines the issues of preservation and development of the historical urban environment in Bakhchisaray using revitalization methods. The authors analyze UNESCO documents related to the processes of protecting cultural heritage by the method of revitalization in historical urban environment; study their practical application in this context. Revitalization methods are analyzed, including identification of the historical environment, restoration of key structures and their functional significance, as well as development of architectural and spatial solutions. Attention is keeping on modern factors influencing the functioning of historical sites, taking into account international standards for the preservation of heritage, such as the Washington Charter and the Valletta Principles. Specific locations within the city of Bakhchisaray suitable for revitalization are identified and discussed here. UNESCO principles that need to be used in further work with the historical environment of Bakhchisaray are identified. Recommendations are presented for the effective restoration and development of the historical environment of Bakhchisaray, taking into account modern revitalization methods.

Keywords: revitalization, historical urban environment, Valletta Principles, cultural heritage monuments

© Нагаева З. С., Альчиков Р. Л., Куртбединова М. Э., 2024



*Нагаева
Зарема Садыковна*

*Альчиков
Рамазан Линурович*

*Куртбединова
Мавиле Эскендеровна*

С развитием международной системы охраны культурного наследия важным направлением исследований стала разработка подходов к изучению и анализу практики сохранения исторической городской среды и ее отдельных компонентов. Европейский курс на возрождение и адаптацию исторической городской среды стал основанием для широкомасштабных работ по ревитализации¹ с целью улучшения качества жизни районов, повышения стандартов жизни городов и улучшения их облика, способствующих росту экономики и притоку населения.

В процессе ревитализации исторически сформировавшиеся территории, кроме восстановления памятников культурного наследия и сохранения архитектурно-градостроительных ансамблей, зачастую обретают новую функцию (например, быстро окупаемые проекты в сфере туризма, культуры, торговли, жилого строительства). На территории таких сооружений могут располагаться различные кафе, общественно-культурные центры, жилые дома, офисы и магазины. Одним из направлений ревитализации является создание новых городских пространств в историческом центре города.

Согласно А. А. Панкратовой и А. К. Соловьеву, функционирование исторических сооружений в условиях современного города определяется следующими факторами [2]: расположением объекта на территории определенной функциональной зоны; соответствием объемно-планировочного решения и первоначального назначения функциональному использованию в настоящее время; техническим состоянием, напрямую зависящим от периода постройки, используемых материалов, эксплуатации объекта, наличия охранного статуса и мероприятий по реставрации. Большое значение имеет также виды собственности (государственная, муниципальная, коллективная, частная или другие).

В соответствии с Вашингтонской хартией [3, ст. 8], новые виды деятельности и функции должны быть гармоничны с характером исторических городов и урбанизированных территорий. Перед внедрением новых видов деятельности необходимо оценить количество потребителей, планируемую длительность эксплуатации, совместимость с существующими видами деятельности и воздействие на традиционные практики местного населения [4, с. 9]. Важно, чтобы внедрение новых видов деятельности не нарушало существующие традиционные методы и образ жизни местных жителей.

Перед тем, как приступить к процессу восстановления городской среды, необходимо тщательно изучить каждую стадию проектных мероприятий, включая проведение исследований и анализа. Важно уделить особое внимание размерам земельных участков [5, ст. 28], так как любое изменение их структуры может нарушить гармонию общей композиции. Согласно «Принципам Валлетты по сохранению и управлению историческими городами и урбанизированными территориями», при возведении новых зданий или модернизации существующих, современная архитектура должна согласовываться

с исторически сложившейся пространственной структурой городов, а также гармонизировать с современной городской застройкой. Важно сохранять масштабность местности и обеспечить четкую связь с существующим архитектурным обликом и характером развития городской среды [4, с. 9].

При строительстве и реконструкции зданий в исторически сложившихся районах города следует учитывать информацию из письменных, графических и картографических источников, позволяющих прийти к лучшему пониманию истории формирования и развития архитектурно-градостроительной структуры города.

Одной из основ разработанного международным сообществом подхода стало признание процесса пространственной трансформации городской территории, а также потребности в его регулировании [4, с. 4-6].

На Генеральной конференции ЮНЕСКО 10 ноября 2011 года была принята Рекомендация об исторических городских ландшафтах, которая подчеркивает важность активного взаимодействия исторической городской среды с современной жизнью сообщества, в противовес лишь пассивному хранению культурных ценностей, созданных в прошлом. Согласно данной Рекомендации, городская среда должна обеспечивать инструменты, формирующие, очерчивающие и стимулирующие развитие обществ в будущем. Признано, что сохранение наследия в настоящий момент требует неизбежных изменений в городской среде, поэтому необходимо определить, какие изменения являются приемлемыми, а какие – нет [6].

Подход ЮНЕСКО простирается за границы простого сохранения физической среды городского ландшафта, принимая во внимание всю совокупность окружающей человека среды во всех ее материальных и нематериальных проявлениях» [7, с. 5]. Чтобы реализовать комплексный подход ЮНЕСКО на практике, необходимо пройти следующие этапы [7, с. 16]:

1. Всесторонний анализ «природных, культурных и человеческих ресурсов города».

2. Планирование процесса работы и организация консультаций с различными заинтересованными сторонами.

¹Ревитализация – процесс воссоздания и оживления городского пространства [1].

3. Оценка уязвимости культурного наследия города с учетом социально-экономических и экологических факторов.

4. Учет степени уязвимости культурного наследия в разработке программы стратегического развития города.

5. Определение приоритетной политики и мероприятий в области сохранения и развития городской среды.

6. Установление партнерских связей между государственным и частным секторами, а также создание местных структур управления.

7. Разработка механизмов для координации действий между заинтересованными сторонами.

Концепция «Historical Urban Landscape» (HUL), представленная в рекомендации ЮНЕСКО от 2011 года, предлагает комплексный подход к сохранению культурного наследия городов. Она учитывает как материальные, так и нематериальные аспекты городской среды, а также динамичный характер ее развития во времени и пространстве.



Рис. 1. Sibelius Park, жилой комплекс в г. Копенгаген, спроектированный по принципам «мягких границ» с целью повышения безопасности и уровня жизни в районе

Согласно Принципам Валлетты (2011), «Перспективы, виды, ключевые точки восприятия и визуальные коридоры неразрывно связаны с восприятием исторического пространства и должны сохраняться при вмешательстве в него [4, с. 10]. Метод защиты визуальной целостности исторической среды заключается в требовании сохранения исторических зданий и сооружений, а также в регулировании параметров реконструкции и нового строительства.

Скорость и направление трансформации городской среды должны быть социально обоснованными и соизмеримыми с ее содержанием. Сохранение пространственных и смысловых ориентиров, обеспечивающих узнаваемость облика города, играет ключевую роль в этом процессе [9].

В современном мире важно понимать, что сохранение архитектурного наследия города не ограничивается лишь сохранением зданий, а заключается в поддержании и развитии ценностей, которые эти здания воплощают. Один из ключевых аспектов обеспечения культурного и социально-экономического

прогресса города – это культурное разнообразие и творчество [7, с. 5]. В сфере развития общественных пространств становится все более популярным использование принципа «мягких границ» (softedges) и пространственной иерархии.

В современном градостроительстве актуальным стал вопрос привлекательности нижних этажей (в т. ч. исторических зданий) как элемента городской среды, существенно влияющего на качество среды [10, с. 259]. Исследования показывают, что мягкий переход от внешнего пространства к внутреннему способствует увеличению активности в уличных пространствах, улучшает социальный контроль и, как следствие, повышает общий уровень безопасности [10, с. 259] (рис. 1).

На парламентском форуме «Историко-культурное наследие России» в 2011 году был представлен аналитический доклад Совета Федерации Федерального Собрания РФ о современных аспектах развития малых городов и исторических поселений. В этом докладе были обозначены актуальные вопросы и новейшие мировые тенденции в сфере сохранения исторической среды городов.

Подход HUL требует детализации и адаптации к конкретному культурному контексту. В то же время следует отметить, для перехода к комплексной защите и развитию окружающей среды в Российской Федерации необходимо детальное согласование механизмов охраны исторических поселений на различных уровнях. Это позволит учитывать сложные взаимосвязи между элементами, определяющими уникальность города и обеспечивающими его самобытность [11].

Важным направлением в сохранении исторического наследия является охрана городских ландшафтов, которые включают в себя как историко-культурные памятники, так и рядовую историческую застройку, а также природные ландшафты, исторически сложившиеся пути и другие объекты городской среды. Современная практика охраны культурного наследия включает переход от защиты только материального наследия к охране нематериального наследия, включающего традиции, образ жизни и добрососедства, сложившиеся в конкретном историческом месте. Этот переход от охраны только выдающихся памятников к охране исторической застройки, отражающей образ жизни рядовых горожан, является одним из ключевых аспектов современной практики сохранения культурного наследия [12, с. 16-17].

В современной практике сохранения культурного наследия одним из ключевых шагов является сохранение и интеграция памятников XX века в жизнь города. Описанные процессы требуют активного вовлечения общества, включая местных жителей, чтобы сделать наследие неотъемлемой частью повседневной социальной и экономической жизни. Сохранение подлинности культурных объектов важно, даже если для их регенерации или восстановления приходится вносить изменения в структуру и внешний вид. Новые элементы должны быть четко отделены и отличимы от оригинальных, чтобы сохранить идентичность и ценность исторического наследия [12, с. 17].

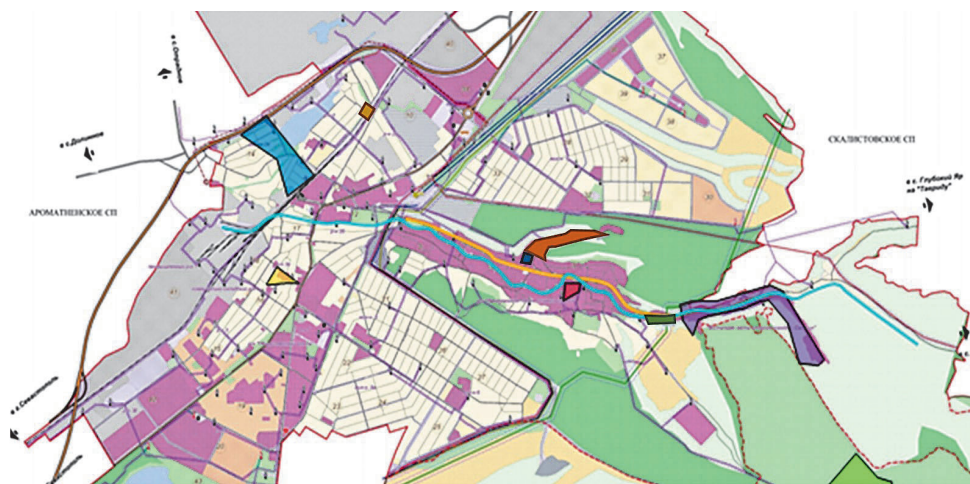


Рис. 2. Генеральный план муниципального образования городское поселение Бахчисарай Бахчисарайского района Республики Крым;

- — основная транспортная магистраль исторической части города;
- — русло р. Чурук-Су; ■ — предместье Эски-Юрт;
- — предместье Азиз; ■ — крепость Чуфут-Кале;
- — предместье Салачик; ■ — Ханский дворец; ■ — Эрмени-махалле;
- — Орта-медресе; ■ — Ашлык-базар; ■ — дом Д. И. Пачаджи

К основным методам ревитализации, которые необходимо применить в разработке решений по старой части г. Бахчисарай, в данной работе отнесены:

- 1) выявление исторической среды;
- 2) выявление и восстановление доминирующих сооружений в исторической среде;
- 3) определение существующего в прошлом и настоящем функционального значения сооружений;
- 4) формирование целесообразного функционально-планировочного и архитектурно-пространственного решения по данному сооружению или комплексу сооружений в процессе ревитализации.

Исторически сформированная архитектурно-градостроительная среда г. Бахчисарай состоит из нескольких основных элементов, принадлежащих к разным периодам развития поселения (рис. 2).

К наиболее ранним из них относятся комплекс Эски-Юрт (XIII в.), предместье Салачик (Староселье) (XIV в.), а также музефицированный пещерный город Кырк-Ер (Чуфут-Кале) (VI-XIX вв.). В первой трети XVI в. происходит становление «Старого города» — исторического района г. Бахчисарай, ядром которого выступает Ханский дворец [13, с. 20-22]. Ко второй половине XIX в. относится возникновение архитектурных памятников в стилях неоклассицизма и эклектики как внутри, так и за пределами Старого города, а также возведение в окрестностях комплекса Эски-Юрт рядовой застройки, которая впоследствии стала центром Нового города.

К исторически сформировавшимся территориям г. Бахчисарай, нуждающимся в ревитализации, относятся:

1. Комплекс памятников Эски-Юрта (рис. 3). Первая ставка ханов Крымского улуса в Юго-Западном Крыму и крупный духовный и торгово-административный центр, предположительно, городского типа [14, с. 744]. До 1920-х годов поселение Эски-Юрт функционировало как крупный исламский духовный центр, к которому совершались паломничества. При нем находилась мечеть-текие, символическая



Рис. 3. Текие дервишей в Эски-Юрте, п. четв. XX в. Здание, построенное на месте старой обители XVII в. в 1914 г., источник pastvu.com

могила святого Азиз-Малик-Аштера, а также обширное кладбище с мавзолеями-дюрбе состоятельных горожан. В настоящее время сохранившиеся элементы духовного центра расположены в жилой застройке Нового города. С 1980-х гг. на месте древнего кладбища функционировал стихийный рынок, после его закрытия в 2006 г. территория находится в запустении.

2. Комплекс памятников Салачик (рис. 4). Городской комплекс-кюллие¹ у ханской резиденции с общественными банями, мечетью, медресе, небольшим кладбищем. Дворец утерян, сохранился остов



Рис. 4. Аэросъемка Салачика
Источник: Э Э Османов, 2018

¹ Кюллие — градостроительная ячейка Османской империи, специфическая для Анатолии. Строится вокруг пятничной мечети и может включать постройки различного назначения: мечтебы и медресе, библиотеки, дервишские обители (завии, ханаки, такьи), больницы, караван-сарай, благотворительные кухни и столовые, бани, фонтаны и акведуки, а также кладбища, на которых (часто в мавзолее) захоранивался благотворитель-строитель кюллие [15].

мечети, медресе отреставрировано и музеефицировано, по функциональному назначению не действует. В начале XX в. на территории построен новый корпус медресе. По состоянию на 2024 г. имеет статус музея под открытым небом, вход на территорию платный. В границах комплекса находятся хозяйственные постройки и заброшенные павильоны кафе.

3. Бывшее место компактного проживания крымских армян (Эрмени-махалле). Живописный жилой квартал Старого города в балке, в конце которой находятся руины армянского монастыря Святого Георгия Просветителя. По данным Э. Э. Османова [16], «в XV-XVI вв. в так называемой Бахчисарайской балке, был построен старинный армянский монастырь Святого Георгия Просветителя <...> члены [армянской общины] проживали в северной части города, в Скалистом ущелье, где находилась пещерная церковь Святой Богородицы [17, с. 19]» (рис. 5).

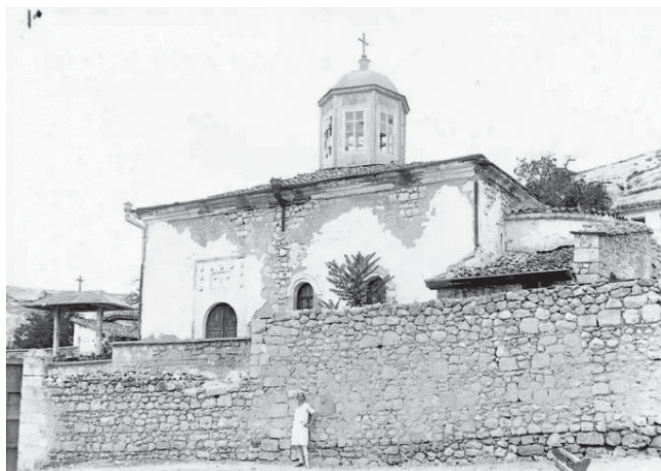


Рис. 5: а – армянский пещерный монастырь, фото 1940-х гг.; б – армянская церковь, фото 1927-1930 гг. Источник фото – pastvu.com

4. Кустарно-промышленный техникум народов Востока (Крымская областная татарская художественно-промышленная школа) (рис. 6.1) – учебное заведение в Бахчисарае, открывшееся в 1917 г. и дававшее образование по следующим специальностям: вышивальному (рис. 6.2) и ткацко-ковровому делу, чеканке металлов, выделке кож и сафьяна (рис. 6.3), гончарному производству. Здание было закрыто в 1929 г. в связи с переносом школы г. Феодосия. Авто-



Рис. 6: 1 – Кустарно-промышленный техникум народов Востока в г. Бахчисарай, фото 1923 г.; 2 – вышивальная мастерская; 3 – кожевенная мастерская. Источник фото – [Роза Аирчинская, goloskrimanew.ru](http://RosaAurichinskaya.goloskrimanew.ru)

ры предлагают в процессе исследования определить место расположения ремесленного центра.

5. Комплекс Орта-медресе (XVII вв.) (рис. 7). Расположен по ардесу ул. И. Гаспринского, 27. Включал в себя медресе, дюрбе, мечеть и постоянный двор (хан). В советский период на его базе был обустроен сокоэкстрактный цех Бахчисарайского завода про-



Рис. 7 – Орта-медресе, фото 1912 г.
Источник фото – Альбом Николая II, 1900 - 1903 гг.

довольственных товаров. В настоящее время сохранилось лишь здание Орта-медресе, построенное в начале XX в., территория комплекса заброшена, вход на нее закрыт.

6. Ашлык-базар (ул. Ленина / ул. Базарная) (рис. 8). Продовольственный рынок на центральной улице Старого города функционировал вплоть до 1990-х гг. Ныне заброшен, на территории начаты работы по восстановлению.

7. Дом Пачаджи (1908-1910 г.) (рис. 9). Выразительный архитектурный памятник в стиле эклектики, усадьба почтенного гражданина Бахчисарая Д. И. Пачаджи выстроена на первой линии у железнодорожной ветки Севастополь-Лозовое. С 1998 г. заброшен, находится на балансе Бахчисарайского историко-культурного заповедника, в аварийном состоянии, окружена промышленными объектами.

ВЫВОДЫ

В статье выявлены и рассмотрены основные методы ревитализации, которые необходимо применить в разработке решений по старой части г. Бахчисарай: выявление исторической среды; выявление или восстановление доминирующих сооружений в исторической среде; определение существующего в прошлом и настоящем функционального значения сооружений; формирование целесообразного функционально-планировочного и архитектурно-пространственного решения по данному сооружению или комплексу сооружений в процессе ревитализации.

1. В процессе ревитализации городской среды г. Бахчисарай необходимо использовать факторы, определяющие функционирование исторических сооружений в условиях современного города, предлагаемые А. А. Панкратовой и А. К. Соловьевым [2]. Принципы международного законодательства в сфере сохранения исторической среды городов описаны в следующих актах: Вашингтонская хартия (1987 г.), Принципы Валлетты по сохранению и управлению историческими городами и урбанизированными территориями (2011 г.), Рекомендацию ЮНЕСКО об исторических городских ландшафтах с концепцией «Historical Urban Landscape» (2011 г.).



Рис. 8. Перевозчик фруктов на Ашлык-базаре.
Источник фото – pastvu.com



Рис. 9. Жилой дом купца Д. Пачаджи

2. Определены места исторической части Бахчисарай, подлежащие ревитализации, указано их местоположение и характеристики.

3. Работа по определению мест ревитализации должна быть продолжена, разработки предложений должны быть продолжены в дальнейших исследованиях.

Список литературы

1. Барабанов, А. А. Социально-культурные и семантические принципы ревитализации индустриального наследия / А.А. Барабанов. — Электронный текст. — Эко-Потенциал, 2013, №3-4, с. 237–248. — URL: <https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/2726> (дата обращения: 13.09.2024).
2. Панкратова, А. А. Проблемы сохранения и использования исторической застройки в современной архитектуре города / А. А. Панкратова, А. К. Соловьев — Электронный текст. — Вестник МГСУ, 2015, № 7. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy->

- sohraneniya-i-ispolzovaniya-istoricheskoy-zastroyki-v-sovremennoy-arhitekture-goroda* (дата обращения: 13.09.2024).
- Международная хартия по охране исторических городов (Вашингтонская хартия). — Электронный текст. — ICOMOS: [сайт], 1987. — URL: http://icomos.org.ru/images/docs/1987_Mezhdunarodnaya%20hartiya%20po%20ohrane%20gorodov.pdf (дата обращения: 12.09.2024).
 - Принципы Валлетты по сохранению и управлению историческими городами и урбанизированными территориями. — Электронный текст. — ICOMOS: [сайт], 2011. — URL: https://www.icomos.org/charters/RUSS_Valletta_principles.pdf (дата обращения: 12.09.2024).
 - Рекомендация ЮНЕСКО «О сохранении и современной роли исторических ансамблей». : дата введения 1976-11-26. — Электронный текст. — UNESCO [сайт], с. 134-145. — URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000114038_rus.page=134 (дата обращения: 12.09.2024).
 - Щенков, А. С. *Problems of originality of small historical cities of Russia* [англ. текст] / Shchenkov. A. — Электронный текст. — 15-я Международная научная конференция “Underground Urbanisation as a Prerequisite for Sustainable Development”, Москва, 2016. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816341753> (дата обращения: 12.09.2024).
 - Новая жизнь исторических городов. Изложение подхода, ориентированного на исторические городские ландшафты. — Электронный текст. — Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культур : [сайт], 2013. — URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000220957_rus (дата обращения: 12.09.2024).
 - Rogers, A. P. *Historic Urban Landscape Approach and Living Heritage*. — Электронный текст. — Academia: [сайт], 2017. — URL: https://www.academia.edu/35050776/Historic_Urban_Landscape_Approach_and_Living_Heritage (дата обращения: 12.09.2024).
 - The HUL guidebook: managing heritage in dynamic and constantly changing urban environments; a practical guide to UNESCO's Recommendation on the Historic Urban Landscape. — Электронный текст. — Historic Urban Landscape Ballarat: [сайт]. — URL: https://www.hulballarat.org.au/resources/HUL%20Guidebook_2016_FINALWEB.pdf (дата обращения: 12.09.2024).
 - Козлова, Л. В. Опыт Германии в трансформации общественных пространств микрорайонов 1960-80-х гг. / Козлова Людмила Валерьевна. — Электронный текст. — Архитектура и современные информационные технологии (*Architecture and Modern Information Technologies*), АМИТ, М.: МАПХИ, 2017, №2(39), с. 255-267. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-germanii-v-transformatsii-obschestvennyh-prostranstv-mikrorayonov-1960-80-h-gg> (дата обращения: 12.09.2024).
 - Marushina N., Nazarova A., Pasechnik I. *Historical cities as an object of protection: approaches to the preservation of urban planning heritage in Russia*. — Электронный текст. — E3S Web of Conferences: [сайт], 2020. — URL: https://www.researchgate.net/publication/341159321_Historical_cities_as_an_object_of_protection_approaches_to_the_preservation_of_urban_planning_heritage_in_Russia (дата обращения: 12.09.2024).
 - Барбашин, И. В. Сохранение историко-культурного наследия и развитие исторических городов [Аналитический доклад Парламентского форума «Исторические города России: сохранение и развитие»] / И. В. Барбашин, В. Н. Макарычев, В. Е. Данилова, О. М. Северьянова. — Издание Совета Федерации, М.: 2011. — Непосредственный текст.
 - Нагаева, З. С. Дворцовые комплексы Крыма / З. С. Нагаева, Л. А. Буджурова. — Непосредственный текст. — Строитель Донбасса, 2019, Выпуск 1-2019, с. 18-22. — ISSN 2617-1848.
 - Ломакин, Д. А. «Старая ставка» крымских ханов: отечественная историография об Эски-Юрте / Ломакин Дмитрий Анатольевич. — Электронный текст. — Золотоордынское обозрение, 2018, № 6(4), с. 741-765. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/staraya-stavka-krymskih-hanov-otechestvennaya-istoriografiya-ob-eski-yurte> (дата обращения: 11.09.2024).
 - Кононенко, Е. И. Роль куллие в планировке раннеосманской Бурсы / Е. И. Кононенко — Электронный текст. — Вопросы всеобщей истории архитектуры, 2016, Вып. 6 (1/2016), с. 133-148. — URL: https://www.academia.edu/33028858/Роль_куллие_в_планировке_раннеосманской_Бурсы (дата обращения: 11.09.2024).
 - Османов, Э. Э. Эрмени-маале в Бахчисарае в конце XIX-начале XX вв. / Османов Эльвиз Эдемович. — Электронный текст. — Современная научная мысль, 2018, №4. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ermeni-maale-v-bahchisarae-v-kontse-hih-nachale-hh-vv> (дата обращения: 10.07.2024).
 - Чореф, М. М. К вопросу о локализации и датировке армянского наземного храма в Бахчисарае / М. М. Чореф — Электронный текст. — Материалы по Археологии и Истории Античного и Средневекового Крыма, Симферополь, 2008, № 1, с. 145-154. — URL: <https://maiask.ru/data/documents/MAIASK1-2008.pdf> (дата обращения: 11.09.2024).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Нагаева Зарема Садыковна – доктор архитектуры, профессор кафедры «Архитектурное проектирование и дизайн архитектурной среды» Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, член-корреспондент РААСН, генеральный директор АНО «Центр научно-инновационного развития архитектуры и искусства», Симферополь, Россия. Научные интересы: научные исследования в области градостроительства, архитектуры, реконструкции, реставрации объектов культурного наследия.

Альчиков Рамазан Линурович – научный сотрудник АНО «Центр научно-инновационного развития архитектуры и искусства», Симферополь, Россия. Научные интересы: научные исследования в области градостроительства, архитектуры, реконструкции, реставрации объектов культурного наследия.

Куртбединова Мавиле Эскендеровна – младший научный сотрудник АНО «Центр научно-инновационного развития архитектуры и искусства», Симферополь, Россия. Научные интересы: история развития архитектуры Крыма, научные исследования в области архитектуры, реставрация объектов культурного наследия, охрана культурного наследия методами государственного регулирования.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Nagaeva Zarema S. - D. Sc. (Architecture), Professor, Department of Architectural Design and Design of the Architectural Environment, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Corresponding Member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, General Director of the Autonomous Non-Commercial Organization "Center for Scientific and Innovative Development of Architecture and Art", Simferopol, Russia. Scientific interests: scientific research in the field of urban planning, architecture, reconstruction, restoration of cultural heritage objects.

Alchikov Ramazan L. – Researcher, Autonomous Non-Commercial Organization "Center for Scientific and Innovative Development of Architecture and Art", Simferopol, Russia. Scientific interests: scientific research in the field of urban planning, architecture, reconstruction, restoration of cultural heritage objects.

Kurtbedinova Mavile E. - Junior Research Assistant, Autonomous Non-Commercial Organization "Center for Scientific and Innovative Development of Architecture and Art", Simferopol, Russia. Scientific interests: history of architecture development in Crimea, scientific research in the field of architecture, restoration of cultural heritage objects, preservation of cultural heritage through state regulatory methods.

*Статья поступила в редакцию 01.11.2024; одобрена после рецензирования 15.11.2024; принята к публикации 22.11.2024.
The article was submitted 01.11.2024; approved after reviewing 15.11.2024; accepted for publication 22.11.2024.*

Строитель Донбасса. 2024. Выпуск 4-2024. С. 14 -21. ISSN 2617-1848 (print)

The Builder of Donbass. 2024. Issue 4-2024. P. 14 -21. ISSN 2617-1848 (print)

Научная статья

УДК 727.055

doi: 10.71536/sd.2024.4c29.2

АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Константин Александрович Маренков¹; Сергей Васильевич Виноградов²

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

¹k.a.marenkov@donnasa.ru, ²vinogradov.s.v-ar-42v@donnasa.ru

Аннотация. Рассматривается международный опыт архитектурного проектирования спортивно-оздоровительных комплексов, который играет ключевую роль в формировании здорового образа жизни и развитии спортивной инфраструктуры в различных странах. Анализируются как зарубежные, так и отечественные практики проектирования, применяемые в США, Германии, Японии и России, с акцентом на их инновационные подходы, функциональные особенности и устойчивые решения.

Статья также выявляет ключевые тенденции в архитектуре, такие как использование экологически чистых материалов, применение современных технологий (включая BIM и "умные" системы) и интеграция культурных элементов в дизайн. На основе анализа зарубежных и российских примеров подчеркивается важность адаптации успешного опыта к территории Донецкой Народной Республики и улучшения качества проектирования спортивно-оздоровительных комплексов. Результаты исследования имеют практическую значимость для архитекторов, урбанистов и специалистов в области спортивной инфраструктуры, стремящихся создать современные и функциональные объекты, соответствующие потребностям пользователей.

Ключевые слова: архитектурное проектирование, спортивно-оздоровительные комплексы, устойчивое проектирование, экологически чистые материалы, BIM (BIM), «умные» системы, культурные элементы, функциональные особенности, спортивная инфраструктура, здоровый образ жизни

Original article

ANALYSIS OF INTERNATIONAL EXPERIENCE IN ARCHITECTURAL DESIGN OF SPORTS AND RECREATION COMPLEXES

Konstantin A. Marenkov¹; Sergey V. Vinogradov²

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

¹k.a.marenkov@donnasa.ru, ²vinogradov.s.v-ar-42v@donnasa.ru

Abstract. This article researches international experience in architectural design of sports and recreation complexes, which have a key role in the formation of a healthy lifestyle and the development of sports infrastructure in many countries. Both foreign and domestic design practices used in USA, Germany, Japan and Russia are analyzed, with an emphasis on their innovative approaches, functional features and sustainable solutions.

The article also identifies key trends in architecture, such as the use of environmentally friendly materials, the application of modern technologies (including BIM and "smart" systems) and the integration of cultural elements into design. Based on the analysis of foreign and Russian examples, the importance of adapting successful experience to the territory of the Donetsk People's Republic and improving the quality of designing sports and fitness complexes is emphasized. The results of the research are in practical importance for architects, urbanists and specialists in the field of sports infrastructure seeking to create modern and functional facilities that meet the needs of users.

Keywords: architectural design, sports and fitness complexes, sustainable design, environmentally friendly materials, BIM, "smart" systems, cultural elements, functional features, sports infrastructure, healthy lifestyle

© Маренков К. А., Виноградов С. В., 2024



ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Город Донецк, несмотря на свой развитый промышленный сектор, испытывает значительную нехватку спортивно-оздоровительных комплексов, что негативно сказывается на уровне физической активности и качестве жизни его жителей. Современные тенденции показывают, что для формирования здорового образа жизни необходимо создавать доступные и многофункциональные пространства для занятий спортом и физической культуры. Отсутствие таких комплексов ограничивает возможности населения в реализации спортивных программ, что, в свою очередь, приводит к росту заболеваний и снижению общей активности горожан.

Анализ международного опыта проектирования спортивно-оздоровительных комплексов демонстрирует, что эффективные и инновационные решения могут стать основой для создания высококачественной инфраструктуры, адаптированной к специфике территории. Такие страны, как Германия, США и Япония, успешно реализуют проекты, интегрирующие различные виды спорта и активного отдыха в одном комплексе, что делает их удобными для широкой аудитории.

В то же время, при адаптации международного опыта к Донецкому региону важно учитывать местные культурные и социальные особенности, демографическую ситуацию и экономические условия. Необходимость интеграции культурных и исторических элементов, а также использование экологически чистых материалов и технологий может стать важной основой для создания спортивно-оздоровительных комплексов, соответствующих современным требованиям и потребностям местного населения. Таким образом, исследование проблемы нехватки спортивной инфраструктуры в Донецке и изучение возможности адаптации международного опыта проектирования сыграет ключевую роль в формировании здорового и активного будущего для его жителей.

ВВЕДЕНИЕ

Основная цель реабилитации — максимально эффективное и раннее возвращение лиц со сниженным уровнем здоровья, в том числе больных и инвалидов, к социально-бытовым и трудовым процессам,

восстановление личностных свойств человека, его способности к независимому существованию. Таким образом, вся система реабилитации ориентирована на интересы не только самого больного, но и его близких, а значит, всего общества, т. е. реабилитация является медико-социальным процессом [3].

Все более популярным становится термин «лечебная среда». «Салютогенная среда — это эффективная стратегия против заболеваний, которая переносит центр внимания с лечебных факторов на те, которые сохраняют и укрепляют здоровье. В целом — это экологическое проектирование (архитектурное, интерьерное и ландшафтное), основанное на научных исследованиях положительного влияния условий окружающей среды на здоровье человека [1]. Данная среда может быть реализована на территории спортивно-оздоровительного комплекса.

Спортивно-оздоровительные комплексы играют ключевую роль в современном обществе, выполняя несколько функций, влияющих на здоровье и качество жизни граждан. Они способствуют пропаганде здорового образа жизни, предоставляя доступ к спортивным услугам и увеличивая физическую активность, что помогает предотвращать заболевания, связанные с малоподвижным образом жизни. Цель нового физкультурно-спортивного комплекса — дальнейшее повышение уровня физического воспитания народа, в первую очередь молодого поколения [2]. Такие комплексы также служат центрами социальной активности, где люди могут встречаться, заниматься спортом и участвовать в соревнованиях, что способствует формированию сообщества и укреплению социальных связей. К тому же, многие из них становятся площадками для культурных и развлекательных мероприятий, повышая культурное разнообразие и интерес к спорту.

Архитектура спортивных объектов претерпевает изменения, отражающие современные подходы и технологии. Устойчивое проектирование становится стандартом, включая использование экологически чистых материалов и энергосберегающих технологий. Современные комплексы становятся многофункциональными, объединяя спортивные площадки с зонами для отдыха и другими удобствами, что делает их более привлекательными для пользователей. Внедрение инновационных технологий, таких как автоматизация и системы "умного" управления, улучшает качество обслуживания [7]. Кроме того, современные проекты интегрируются в городскую среду, обеспечивая доступность и удобство для пешеходов и велосипедистов. Эти тенденции создают новые возможности для проектирования спортивно-оздоровительных комплексов, повышая уровень комфорта и вовлеченности населения в активный образ жизни.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Спортивно-оздоровительные комплексы выполняют несколько основных функций, которые способствуют здоровью и развитию сообщества. Во-первых, они являются **площадками для проведения спортивных мероприятий**, включая соревнования,

тренировки и фитнес-занятия, что дает возможность людям всех возрастов активно участвовать в физической активности. Во-вторых, такие комплексы предлагают **оздоровительные программы** и комплексы, включая занятия по йоге, пилатесу, аквааэробике и другие виды фитнеса, направленные на улучшение общего самочувствия и профилактику заболеваний. В-третьих, спортивно-оздоровительные комплексы предоставляют **рекреационные услуги**, такие как плавательные бассейны, спортивные залы и оздоровительные процедуры, которые способствуют отдыху и расслаблению [5]. Наконец, они предлагают **образовательные программы**, нацеленные на обучение различным видам спорта, спортивной этике и повышению осведомленности о здоровье и физической активности, что помогает формировать у граждан позитивный и активный образ жизни. Таким образом, спортивно-оздоровительные комплексы играют важную роль в создании здорового и активного общества, предоставляя разнообразные услуги и возможности для каждого.

Обзор международного опыта проектирования спортивно-оздоровительных комплексов.

Международный опыт в проектировании спортивно-оздоровительных комплексов демонстрирует множество инновационных подходов и успешных примеров, особенно в таких странах, как США, Германия и Япония. Также рассмотрим опыт отечественного проектирования спортивно-оздоровительных комплексов в России. В США спортивные комплексы, такие как «Staples Center» в Лос-Анджелесе и «Madison Square Garden» в Нью-Йорке, служат яркими примерами многофункциональных объектов, которые объединяют не только спортивные мероприятия, но и развлекательные программы. Архитектурные концепции в этих комплексах часто ориентированы на создание удобных пространств для зрителей и участников, а также использование передовых технологий, таких как системы автоматизации и интерактивные экраны [7].

1) «Staples Center» в Лос-Анджелесе и «Madison Square Garden» в Нью-Йорке являются знаковыми спортивными сооружениями, каждое из которых представляет собой уникальный пример архитектурного и градостроительного дизайна

1. **С точки зрения градостроительного уровня** «Staples Center» находится в деловом центре Лос-Анджелеса, что позволяет ему гармонично вписываться в урбанистическую структуру города. Это здание создает активное пространство вокруг себя, включая доступные пешеходные зоны и магазины, а также является частью более крупного комплекса, включая такие объекты, как "L.A. Live" (рис.1). В свою очередь, «Madison Square Garden» расположен в самом сердце Манхэттена, что обеспечивает ему массовое внимание и легкий доступ с помощью общественного транспорта. Его окружение включает в себя плотную застройку, что делает его важным пунктом в городской инфраструктуре.

2. **На уровне генерального плана** «Staples Center» представляет собой многофункциональное пространство, которое используется для спортивных



Рис. 1. «Madison Square Garden» в Нью-Йорке, США
Источник: <https://i.pinimg.com/originals/4f/cc/4c/4fcc4c493f8678414835b45a34f81465.jpg>

событий, концертов и других развлекательных мероприятий. Его расположение позволяет максимально эффективно использовать близость к другим культурным и развлекательным объектам, создавая центр притяжения. «Madison Square Garden» также выполняет многофункциональную роль и спроектирован таким образом, чтобы адаптироваться к различным типам мероприятий, от спортивных до культурных, что подтверждает его универсальность [8].

3. **С точки зрения функционального зонирования** оба комплекса разделены на несколько зон — основные арены, зрительские места, торговые и развлекательные площади, а также зоны для технического обслуживания. «Staples Center» включает в себя такие зоны, как VIP-ложи, буфеты и разнообразные торговые точки, которые делают опыт посетителей более комфортным. «Madison Square Garden» также предлагает зрителям различные уровни доступа и обслуживания, обеспечивая максимальное удобство [7].

4. **На архитектурно-планировочном уровне** «Staples Center» выделяется своей круговой формой и большим стеклянным фасадом, который придает легкость и современность (рис. 2). Это создает эффект открытости и легкости, что особенно привлекает внимание. «Madison Square Garden» имеет уникальную форму, которая больше напоминает цилиндр, и часто использует классические элементы архитектуры, что подчеркивает его историческую ценность и символизм, связанный с популярной культурой.

5. **В конструктивно-техническом плане** «Staples Center» использует современные строительные материалы и технологии, включая стальные конструкции и стеклянные фасады, что облегчает процесс строительства и позволяет создавать большие прозрачные пространства. «Madison Square Garden» также применяет современные строительные решения, включая системы жесткости и устойчивости, что позволяет зданию выдерживать большие нагрузки.

6. **На объемно-пространственном уровне** «Staples Center» создан для обеспечения максимального удобства посетителей, с учетом потоков движения и зрительских мест, что делает его функциональным и комфортабельным. «Madison Square Garden» благода-

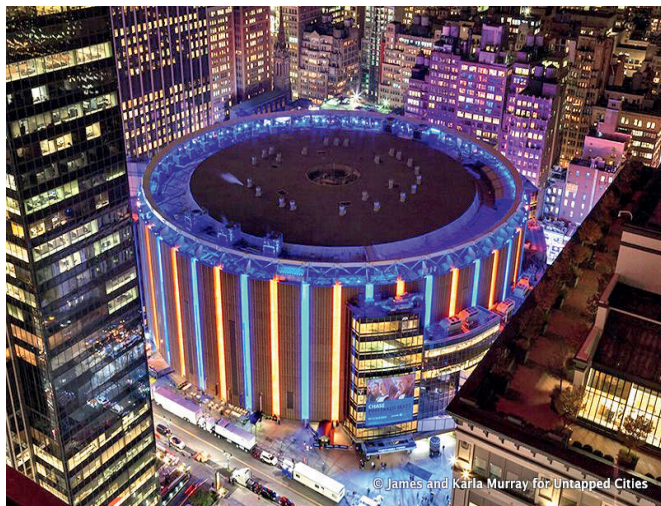


Рис. 2. «Staples Center» в Лос-Анджелесе, США
Источник: <https://br.pinterest.com/pin/49258189662201202/>



Рис. 3. «Mercedes-Benz Arena» в Берлине, Германия
Источник: https://tr.m.wikipedia.org/wiki/Dosya:Berlin_Mercedes-Benz-Arena.jpg

ря своей круглой форме, создает ощущение близости к событиям, а также обеспечивает отличную видимость со всех мест [5].

7. **Композиционно-художественный уровень** «Staples Center» отличается современным дизайном, где архитектура, освещение и рекламные элементы образуют единое целое. Это создает динамичное и привлекательное пространство, которое отражает энергичную атмосферу Лос-Анджелеса. «Madison Square Garden» в свою очередь, сохраняет свои исторические корни, сочетая элементы классической архитектуры с современными дополнениями, что делает его как современным, так и одновременно связывает с историей.

Таким образом, оба объекта представляют собой выдающиеся примеры архитектурного проектирования, каждый в своем уникальном контексте, но оба играют ключевую роль в общественной и культурной жизни своих городов.

2) **В Германии** акцент делается на устойчивое проектирование. Комплексы строятся с учетом экологических стандартов и ресурсосбережения. Ярким примером является «Mercedes-Benz Arena» в Берлине (рис. 3), который сочетает в себе высокую функциональность с инновационными технологиями, направленными на снижение энергозатрат и использование возобновляемых источников энергии. Такой подход способствует не только комфортным условиям для зрителей, но и значительному снижению экологического следа [8].

«Mercedes-Benz Arena» в Берлине — современный многофункциональный спортивный и развлекательный комплекс, который демонстрирует инновационный архитектурный подход.

1. **Градостроительный уровень:** арена расположена в районе Фридрихсхайн, часть крупного комплекса «Mercedes-Benz Platz», который включает жилую, коммерческую и развлекательную зону, способствуя созданию активного общественного пространства.

2. **Уровень генерального плана:** комплекс интегрирован в городскую инфраструктуру с удобным доступом к общественному транспорту. Это создает

связи с окружающей средой и делает арены центром притяжения для посетителей.

3. **Уровень функционального зонирования:** здание разделено на различные функциональные зоны, включая спортзал, зоны для зрителей, VIP-ложи, кафе и магазины. Такое зонирование обеспечивает комфортное использование комплекса для зрителей и участников мероприятий [7].

4. **Архитектурно-планировочный уровень:** арена имеет стильный и современный дизайн с волнообразной крышей и значительной площадью остекления, что подчеркивает её открытость и доступность. Это создает гармоничное взаимодействие с окружающей архитектурой.

5. **Конструктивно-технический уровень:** здание построено с применением современных строительных материалов и технологий, включая стальные конструкции и системы акустической изоляции, что позволяет обеспечить высокую функциональность и устойчивость.

6. **Объемно-пространственный уровень:** внутреннее пространство организовано так, чтобы обеспечивать отличную видимость со всех мест. Применяются гибкие планировочные решения для адаптации под разные типы мероприятий.

7. **Композиционно-художественный уровень:** архитектурный стиль арены сочетает в себе современный подход с элементами динамики и футуризма. Эстетика, освещение и фасад создают привлекательный облик, который подчеркивает энергию и активность Берлина.

Таким образом, «Mercedes-Benz Arena» является выдающимся примером современного архитектурного проекта, объединяющего функциональность и стиль.

3) **Япония** известна своими инновационными сооружениями, где архитектурный дизайн гармонично сочетается с функциональностью. Например, комплексы, такие как «Tokyo Dome» представляют собой уникальные примеры зданий, которые адаптированы для различных видов спорта и мероприятий, используя при этом современные инженерные решения



Рис. 4. «Tokyo Dome» в Токио, Япония
Источник: <https://www.japan.travel/en/spot/1682/>

и эстетику, свойственную японской культуре (рис. 4). Все эти страны вносят значительный вклад в развитие спортивной архитектуры, предлагая примеры для подражания и вдохновение для будущих проектов в этой сфере.

«Tokyo Dome» — это знаменитый крытый стадион в Токио, известный своей уникальной архитектурой и множеством функций.

Архитектурный анализ «Tokyo Dome»:

1. **Градостроительный уровень:** «Tokyo Dome» расположен в центральной части Токио. Он стал центром развлекательной жизни, окруженный парком и комплексом зданий, включая магазины, рестораны и отели. Хорошо продуманные транспортные связи обеспечивают удобный доступ к стадиону.

2. **Уровень генерального плана:** созданный как часть большого развлекательного комплекса, стадион связан с окружающими территориями благодаря дорожным сетям и пешеходным маршрутам. Парк вокруг «Tokyo Dome» предлагает зоны отдыха и активного времяпрепровождения.

3. **Уровень функционального зонирования:** «Tokyo Dome» имеет многофункциональную природу, позволяя проводить спортивные мероприятия, концерты, выставки и другие массовые события. Внутри находятся различные зоны, включая зрительские места, VIP-ложи, магазины и рестораны.

4. **Архитектурно-планировочный уровень:** стадион выделяется своей уникальной гигантской куполообразной крышей, сделанной из прозрачного материала. Это придает ему современный и футуристический вид, позволяет естественному свету проникать внутрь и создаёт ощущение открытого пространства.

5. **Конструктивно-технический уровень:** конструкция «Tokyo Dome» включает стальные каркасные элементы и уникальную систему бокового давления, позволяющую крыше поддерживать свою форму. Система управления климатом и освещением обеспечивает комфорт для зрителей и спортсменов.

6. **Объемно-пространственный уровень:** внутреннее пространство «Tokyo Dome» организовано так, чтобы обеспечить хорошую видимость со всех мест, благодаря чему зрители могут наслаждаться событиями

ями из любой точки. Высокие потолки и открытые пространства создают чувство простора [7].

7. **Композиционно-художественный уровень:** архитектурный стиль «Tokyo Dome» сочетает в себе современные элементы с яркой эстетикой, что позволяет ему выделяться на фоне окружающей городской застройки. Ночная иллюминация обостряет его визуальную привлекательность и создает неповторимую атмосферу.

Таким образом, «Tokyo Dome» представляет собой не только выдающийся спортивный объект, но и значимый культурный и развлекательный центр в Японии, отражающий современные архитектурные тренды и технологические достижения.

4) Одним из самых выдающихся спортивно-оздоровительных комплексов в России является «Лужники», расположенный в Москве (рис. 5). Этот многопрофильный комплекс не только служит ареной для спортивных мероприятий, но и включает в себя различные оздоровительные и развлекательные объекты [8].



Рис. 5. «Лужники» в Москве, Россия
Источник: <https://volgar-fc.ru/index.php/school/media-content/news/ot-cherkizovo-do-luzhot-cherkizovo-do-luzhnikov-volgar-v-moskve-areny-i-soperniki-v-divizione-2nikov-volgar-v-moskve-areny-i-soperniki-v-divizione-2>

Особенности комплекса «Лужники»:

1. **Историческая значимость:** открытый в 1956 году, комплекс был построен для проведения XXII Олимпийских игр. Его архитектура и дизайн отражают эпоху советского модернизма.

2. **Градостроительное значение:** комплекс расположен в одном из самых больших парков Москвы, что создает связи с природным окружением и позволяет организовывать массовые мероприятия на открытом воздухе. Хорошо продуманные транспортные развязки обеспечивают удобный доступ.

3. **Функциональное зонирование:** «Лужники» включает в себя главную спортивную арену, тренировочные поля, теннисные корты, плавательные бассейны, фитнес-центры и залы для групповых занятий. Это делает комплекс многофункциональным и удобным для различных видов спорта и активного отдыха [7].

4. **Архитектурные особенности:** главный стадион выделяется современной архитектурой с эффектным крытым куполом и значительной вместимостью, что позволяет проводить масштабные спортивные события и концерты.

5. **Конструктивно-технические решения:** использование современных строительных материалов и технологий обеспечивает высокие стандарты безопасности и комфорта для зрителей и спортсменов. Системы управления климатом и освещением способствуют созданию оптимальных условий для занятий спортом.

6. **Объемно-пространственные решения:** пространство «Лужников» организовано так, чтобы обеспечить зрителям максимальный комфорт, отличную видимость и удобство передвижения между различными зонами [5].

7. **Композиционно-художественное оформление:** комплекс сочетается с зеленым окружением, а при его дизайне использованы современные элементы, которые подчеркивают динамику и активный стиль жизни. Световые эффекты и оформления на открытых пространствах создают привлекательный облик, особенно во время мероприятий.

Таким образом, спортивно-оздоровительный комплекс «Лужники» является не только важным спортивным объектом, но и культурным центром, который способствует развитию физической культуры и массового спорта в России.

Ключевые тенденции и инновации в архитектурном проектировании на основе международного опыта проектирования

Ключевые тенденции и инновации в архитектурном проектировании находят свое отражение в трех основных направлениях. Во-первых, устойчивое проектирование становится приоритетом, с акцентом на использование экологически чистых материалов и внедрение энергоэффективных технологий, что способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду [6]. Во-вторых, инновационные технологии, такие как внедрение цифрового проектирования (BIM), позволяют повысить точность и эффективность проектирования, а использование виртуальной и дополненной реальности открывает новые возможности для визуализации и взаимодействия с проектами. В-третьих, концепция «умного» спортивного комплекса включает автоматизацию систем управления, что улучшает функциональность и комфорт, а также применение современных систем безопасности и мониторинга, что обеспечивает защиту и безопасность пользователей [4]. Такие тенденции формируют будущее архитектуры, делая ее более экологичной, технологичной и ориентированной на потребности общества.

Архитектурные решения и инновации в спортивных и культурных комплексах, таких как «Mercedes-Benz Arena», «Staples Center», «Madison Square Garden», «Tokyo Dome» и «Лужники», отражают требования функциональности, безопасности и устойчивости.

1. «Mercedes-Benz Arena» (Берлин, Германия):

- Многофункциональный дизайн для проведения различных мероприятий.

- Современные LED-технологии и автоматическое регулирование звука.

- Экологические инициативы, включая системы сбора дождевой воды и солнечные панели.

2. «Staples Center» (Лос-Анджелес, США):

- Гибкое пространство для быстрого переоборудования.

- Высококачественные экранные панели и системы видеонаблюдения.

- Уделение внимания комфорту и доступности для зрителей.

3. «Madison Square Garden» (Нью-Йорк, США):

- Сохранение исторической целостности с внедрением современных технологий.

- Умные системы для контроля доступа и взаимодействия с посетителями.

- Адаптация под различные виды мероприятий.

4. «Tokyo Dome» (Токио, Япония):

- Уникальная крыша, позволяющая открывать и закрывать стадион.

- Легкие и прочные строительные материалы для безопасности при землетрясениях.

- Эффективная планировка для максимального количества зрительских мест.

5. «Лужники» (Москва, Россия):

- Современное переоснащение с акцентом на устойчивое проектирование.

- Технологии для снижения энергозатрат.

- Создание общедоступных пространств для социальной активности.

Все объекты демонстрируют применение инновационных архитектурных решений, ориентированных на устойчивость, многофункциональность и комфорт, что способствует созданию привлекательных и функциональных общественных пространств.

Рекомендации для будущих проектов в Донецке.

Адаптация международного опыта проектирования к особенностям региона Донецкой Народной Республики

Проектирование спортивно-оздоровительных комплексов в Донецке должно учитывать местные социальные, экономические и культурные особенности. Важно создать многофункциональные объекты, которые смогут проводить различные мероприятия — от спортивных до культурных, с учетом запросов местных сообществ.

Ключевым аспектом является устойчивое проектирование с использованием экологически чистых материалов и технологий, что позволит снизить эксплуатационные затраты [6]. Также следует обеспечить комфорт и доступность для всех пользователей, включая людей с ограниченными возможностями, продумав удобные транспортные связи и пешеходные зоны.

Интеграция комплексов с городской инфраструктурой через общественный транспорт и пешеходные маршруты улучшит доступ к ним. Вовлечение местного сообщества в процесс проектирования и учет культурных традиций региона помогут создать объекты, ориентированные на потребности жителей.

Современные технологии, такие как системы видеонаблюдения и WI-FI, повысят уровень без-

опасности и удобства [7]. Архитектурное оформление должно отражать культурные и исторические особенности региона, способствуя укреплению его идентичности. В целом, адаптация международного опыта к особенностям Донбасса позволит создать функциональные и привлекательные объекты, улучшая качество жизни местных жителей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ международного опыта архитектурного проектирования спортивно-оздоровительных комплексов позволяет сделать несколько ключевых выводов, которые могут быть успешно применены в контексте Донбасса. Многофункциональность объектов, их устойчивое проектирование и интеграция с существующей городской инфраструктурой становятся необходимыми условиями для создания эффективных и привлекательных пространств. Успешные примеры зарубежных комплексов продемонстрировали значимость учета местных культурных традиций, социальных потребностей и экологической устойчивости.

Вовлечение местного сообщества в проектирование и развитие спортивных мероприятий способствует не только улучшению качества жизни, но и повышению интереса к физической активности и здоровому образу жизни. Использование современных технологий для повышения безопасности и удобства пользователей также является важным аспектом, который не следует игнорировать.

В целом, адаптация лучших практик международного опыта к уникальным условиям и особенностям Донбасса создает возможности для разработки современных спортивно-оздоровительных комплексов, способствующих развитию региона, укреплению его культурной идентичности и повышению общей привлекательности общественных пространств.

Список литературы

1. Радионов, Т. В. Архитектурное совершенствование и развитие медицинских учреждений, подлежащих реконструкции: на примере городов Донбасса / Т. В. Радионов, С. А. Андреева. — Текст : непосредственный // Строитель Донбасса. — 2021. — Выпуск 1-2021. — С. 40-44. — ISSN 2617-1848. (дата обращения: 05.11.2024).
2. Пономарев, А. К. Организационно-методическое обеспечение и реализация всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне» в системе физического воспитания : учебник для вузов / А. К. Пономарев, С. Н. Амелин. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 7-9 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15477-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/544739> (дата обращения: 05.11.2024).
3. Ильина, И. В. Медицинская реабилитация : учебник для вузов / И. В. Ильина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 23-37 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17224-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537101> (дата обращения: 05.11.2024).
4. Опарин, С. Г. Архитектурно-строительное проектирование : учебник для вузов / С. Г. Опарин, А. А. Леонтьев ; под общей редакцией С. Г. Опарина. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 43-49 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20142-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/557630> (дата обращения: 05.11.2024).
5. Вайндорф-Сысоева, М. Е. Организация летнего отдыха детей и подростков : учебное пособие для среднего профессионального образования / М. Е. Вайндорф-Сысоева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 166 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-07200-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/538192> (дата обращения: 08.11.2024).
6. Восколович, Н. А. Маркетинг туристских услуг : учебник и практикум для вузов / Н. А. Восколович. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 242 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15684-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/536511> (дата обращения: 08.11.2024).
7. Мяконьков, В. Б. Спортивный маркетинг : учебник для вузов / В. Б. Мяконьков, Т. В. Копылова, Н. М. Егорова ; под общей редакцией В. Б. Мяконькова. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 284 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12861-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/542630> (дата обращения: 08.11.2024).
8. Стеблецов, Е. А. Спортивно-оздоровительный туризм и спортивное ориентирование : учебное пособие для вузов / Е. А. Стеблецов, Ю. С. Воронов, В. В. Севастьянов ; под общей редакцией Е. А. Стеблецова. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 195 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13274-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/543661> (дата обращения: 08.11.2024).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Маренков Константин Александрович – старший преподаватель кафедры архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: архитектурное проектирование и дизайн архитектурной среды.

Виноградов Сергей Васильевич – магистрант 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

Marenkov Konstantin A. - Senior Lecturer, Department of Architectural Design and Design of the Architectural Environment, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia. Scientific interests: architectural design and design of the architectural environment.

Vinogradov Sergey V. - Master's Student, Department of Architectural Design and Design of the Architectural Environment, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia. Scientific interests: architectural design and design of the architectural environment.

*Статья поступила в редакцию 05.11.2024; одобрена после рецензирования 15.11.2024; принята к публикации 22.11.2024.
The article was submitted 05.11.2024; approved after reviewing 15.11.2024; accepted for publication 22.11.2024.*

Строитель Донбасса. 2024. Выпуск 4-2024. С. 22 -29. ISSN 2617-1848 (print)
The Builder of Donbass. 2024. Issue 4-2024. P. 22 -29. ISSN 2617-1848 (print)

Научная статья
УДК 725.312
doi: 10.71536/sd.2024.4c29.3

ВЛИЯНИЕ ТИПОЛОГИИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ АВТОВОКЗАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Марина Александровна Черныш¹; Полина Витальевна Васильченко²

^{1,2}Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия,
¹ m.a.chernysh@donnasa.ru, ²vasilchenko.p.v-ar-42b@donnasa.ru

Аннотация. Статья посвящена типологическому анализу автовокзальных комплексов, их функциональному зонированию с учетом новых современных требований. В условиях стремительного развития городских транспортных систем, автовокзалы становятся не только узлами пассажирских перевозок, но и важными социальными и культурными пространствами. В статье рассматриваются основные типы автовокзальных комплексов, их влияние на функциональную организацию пространства как внутри объекта, так и на территории.

В ходе исследования проводится обзор существующих автовокзалов в городе Донецке, анализируются их архитектурно-планировочные и функциональные характеристики, выявляются проблемные аспекты, связанные с типологией, и предлагаются возможные пути их решения.

Статья подчеркивает важность правильного выбора типологии автовокзальных комплексов для достижения высокой функциональности и комфорта пользователей, а также их финансовой устойчивости. Результаты работы могут быть полезны для архитекторов, урбанистов, а также органов местного самоуправления, заинтересованных в развитии транспортной инфраструктуры города.

Ключевые слова: типология, функциональность, автовокзальные комплексы, новое поколение, городской округ, архитектурный дизайн, транспортная инфраструктура, городской транспорт, пассажирские перевозки, современное строительство

Original article

INFLUENCE OF TYPOLOGY ON THE FUNCTIONALITY OF NEW GENERATION'S BUS STATION COMPLEXES

Marina A. Chernysh¹; Polina V. Vasilchenko²

^{1,2}Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia,
¹m.a.chernysh@donnasa.ru, ²vasilchenko.p.v-ar-42b@donnasa.ru

Abstract. The article is devoted to the typological analysis of bus station complexes, their functional zoning taking into account new modern requirements. In the context of the rapid development of urban transport systems, bus stations are becoming not only hubs of passenger transportation, but also important social and cultural spaces. The article considers the main types of bus station complexes, their influence on the functional organization of space both inside the facility and on the territory.

The research provides an overview of existing bus stations in Donetsk, analyzes its architectural, planning and functional characteristics, identifies problematic aspects related to the typology, and suggests possible solutions.

The article emphasizes the importance of choosing the right typology of bus station complexes to achieve high functionality and passengers' comfort, as well as their financial sustainability. The results of our study can be useful for architects, urbanists, and local governments interested in developing the city's transport infrastructure.

Keywords: typology, functionality, bus station complexes, new generation, urban district, architectural design, transport infrastructure, urban transport, passenger transportation, modern construction

© Черныш М. А., Васильченко П. В., 2024



*Черныш
Марина Александровна*

*Васильченко
Полина Витальевна*

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

В городском округе Донецк и на территории всей Донецкой Народной Республики наблюдается серьезная нехватка автовокзальных комплексов, способных удовлетворить растущие потребности населения в комфортных и многофункциональных транспортных узлах. Характерным недостатком является хроническая перегрузка улично-дорожной сети города, вызывающая значительные потери времени при перемещении людей и грузов, рост транспортных расходов, системные помехи работе наземного общественного транспорта, загрязнение воздушной среды, избыточный транспортный шум, повышенные риски ДТП и другие негативные последствия [5]. В условиях динамичного роста городского населения, увеличения пассажирских потоков и растущего интереса к межрегиональным путешествиям актуальность создания современных автовокзалов становится особенно высока.

Инфраструктура существующих автовокзалов часто не соответствует современным ожиданиям пассажиров. Большинство действующих объектов имеют устаревшую архитектурно-планировочную структуру, ограниченное функциональное наполнение и недостаточное количество услуг, что ведет к снижению удобства и качества обслуживания. Нехватка современных решений и гибкости в проектировании приводит к тому, что существующие автовокзалы не могут выполнять свои основные функции эффективно, превращаясь в узкие места транспортной системы региона.

Кроме того, типология имеющихся автовокзалов во многом определяет их функциональность. Неэргономичная организация пространства, недостаток торговых и информационных зон, отсутствие условий для комфортного ожидания — все это существенно сказывается на пользовательском опыте и, как следствие, на общей удовлетворенности пассажиров [2]. Проектирование нового поколения автовокзальных комплексов, которые отвечают современным требованиям и ожиданиям пассажиров, становится необходимым шагом к решению существующих проблем.

ВВЕДЕНИЕ

Основной целью системы пассажирского транспорта является полное удовлетворение пот-

ребностей населения в транспортировке. Проблема транспорта является одной из приоритетных задач крупных городов, которая с их ростом и развитием приобретает все более острый социальный, градостроительный и экономический характер [1].

Автовокзальные комплексы являются ключевыми элементами транспортной инфраструктуры современных городов, выполняющая множество функций, которые выходят за пределы простого обслуживания пассажирских перевозок. В условиях стремительного роста городского населения и увеличения объемов пассажирских потоков, автовокзалы становятся не только узлами для отправления и прибытия автобусов, но и многофункциональными пространствами, служащими важными социальными и культурными центрами. Они предоставляют широкий спектр услуг, от билетных касс и информационных пунктов до кафе, магазинов и зон ожидания, что делает их жизненно важными для обеспечения комфортного передвижения граждан.

Функциональность автовокзалов значительно зависит от их типологии. Современные автовокзалы нового поколения должны проектироваться с учетом потребностей различных категорий пассажиров и особенностей городской среды. Централизованные, децентрализованные и комбинированные модели автовокзалов имеют свои уникальные преимущества и недостатки, которые напрямую влияют на качество обслуживания. Например, в централизованных комплексах обычно единое пространство, позволяющее эффективно организовать потоки людей, тогда как децентрализованные могут лучше справляться с распределением потока пассажиров на разных маршрутах, но зачастую страдают от недостатка сервисов в каждом отдельном узле.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Теоретические основы типологии автовокзальных комплексов.

Типология в архитектуре представляет собой систему классификации зданий и сооружений на основе их функциональных, пространственных и конструктивных характеристик. Этот термин охватывает не только визуальные и эстетические аспекты, но и учитывает социальные, культурные и экономические факторы, влияющие на проектирование и использование архитектурных объектов. В контексте автовокзальных комплексов типология играет ключевую роль, поскольку она определяет организацию пространства, потоков пассажиров, а также совокупность предоставляемых услуг.

Идея типологии важна для понимания того, как архитектурные решения могут адаптироваться к уникальным требованиям конкретного местоположения, а также к изменяющимся нуждам пользователей [6]. Важным моментом является то, что различные типы автовокзалов могут обслуживать разные категории пассажиров и виды транспорта [1]. Например, автовокзалы, расположенные в центре города, как правило, проектируются с акцентом на максимальную доступность и интеграцию с другими видами общественного транспорта, тогда как периферийные

комплексы могут быть более специализированными, концентрируясь на междугородних маршрутах и обеспечивая широкий спектр услуг для длительных поездок [3].

Типы автовокзальных комплексов

Автовокзальные комплексы могут быть классифицированы по нескольким типам, в зависимости от их функциональности, расположения и организации пространства. Среди основных категорий выделяются целостные (централизованные) автовокзалы, сетевые (децентрализованные) автовокзалы и комбинированные подходы. Каждая из этих типологий имеет свои особенности и преимущества, которые напрямую влияют на их эффективность и удобство для пользователей.

К объектам транспортной инфраструктуры **общего пользования** относятся объекты, предназначенные для движения транспортных средств неограниченного круга лиц. К объектам транспортной инфраструктуры **необщего пользования** относятся объекты, находящиеся в собственности, владении или пользовании исполнительных органов государственной власти, местных администраций, физических или юридических лиц и используемые ими исключительно для обеспечения собственных нужд либо для государственных или муниципальных нужд [2].

Целостные автовокзалы, также известные как централизованные, представляют собой единые транспортные узлы, которые объединяют в себе все необходимые услуги и функции в одном здании или на одной территории. Такие автовокзалы, как правило, располагаются в центральных частях городов, что обеспечивает удобный доступ для пассажиров. Они проектируются с акцентом на максимизацию комфорта и минимизацию времени ожидания, предлагая

различные зоны для ожидания, кафе, магазины и информационные пункты. Такие комплексы позволяют эффективно организовывать потоки пассажиров и транспортных средств, что способствует улучшению качества обслуживания и снижению задержек [1].

Сетевые автовокзалы, в свою очередь, охватывают децентрализованную структуру, где услуги и функции распределены по нескольким узлам, расположенным в разных частях города или региона. Эта модель часто используется в больших городах, где потоки пассажиров распределены по различным направлениям, и существует необходимость удобного доступа к нескольким маршрутам [3]. Сетевые автовокзалы могут быть более гибкими и адаптивными к изменению потребностей пользователей, однако они требуют тщательной организации транспортных связей и потоков для обеспечения оптимальной работы всего комплекса.

Комбинированные подходы представляют собой смешанную модель, которая сочетает элементы централизации и децентрализации. Такие автовокзалы могут включать как основные узловые точки, так и дополнительные малые остановки или платформы, которые работают в связке с центральным автовокзалом [2]. Это позволяет оптимально использовать пространство и ресурсы, а также повышает доступность услуг для пассажиров, обеспечивая удобные маршруты и комфортные условия ожидания.

Существуют несколько **основных типов перронов**, каждый из которых имеет свои особенности и преимущества (Рис. 1).

Прямолинейный перрон — простой и распространенный тип, где посадка и высадка пассажиров происходят на параллельных линиях. Он обеспечивает удобство движения автобусов и хорошую видимость, но может быть узким местом при высоком трафике.

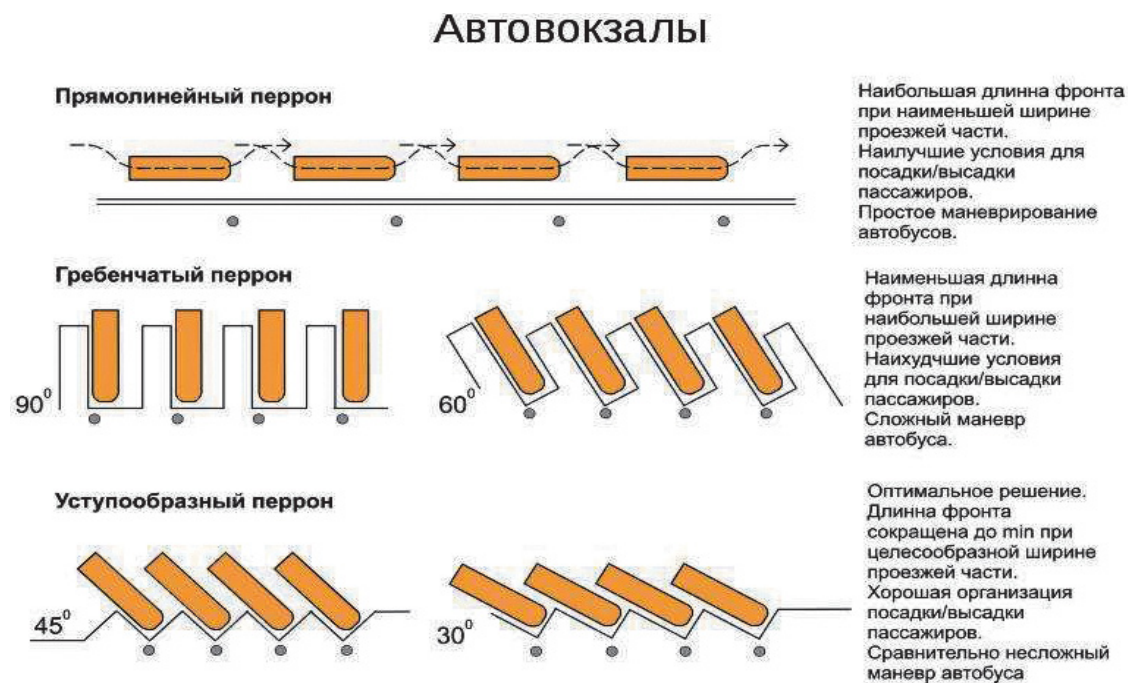


Рис. 1. Схематическое расположение нескольких видов перрона

Источник: https://mypresentation.ru/presentation/1569925422_vokzaly-klassifikaciya-vokzalov

Гребенчатый перрон размещает автобусы по гребенчатой схеме, что позволяет обслуживать больше маршрутов на меньшей площади. Он увеличивает эффективность пространства и упрощает навигацию для пассажиров, часто используется в крупных автовокзалах.

Уступообразный перрон комбинирует элементы прямолинейного и гребенчатого типов, располагаясь ярусами для максимального использования пространства. Это улучшает видимость и позволяет обеспечить высокий уровень обслуживания в условиях ограниченного пространства [1].

Каждый из этих типов перронов имеет свои сильные и слабые стороны, поэтому при проектировании автовокзала важно учитывать не только доступные площади, но и особенности пассажиропотоков, а также местные условия и потребности пользователей. Правильный выбор типа перрона может значительно повысить эффективность работы автовокзала и улучшить общее ощущение от службы пассажирских перевозок.

Каждая из этих типологий имеет свои преимущества и недостатки, и выбор конкретной модели зависит от специфики региона, плотности населения, транспортной нагрузки и потребностей пользователей. Важно учитывать, что современный автовокзальный комплекс должен быть не только функциональным, но и комфортным, отвечая высоким стандартам обслуживания и требованиям к безопасности [3]. Таким образом, понимание различных типов автовокзальных комплексов и их специфики становится важным шагом в процессе проектирования и модернизации транспортной инфраструктуры, особенно в таких городах, как Донецк.

Классификация рейсовых автобусов:

- Городские автобусы
- Пригородные
- Междугородные
- Международные

Автомобильные дороги в зависимости от назначения классифицируются на дороги общего пользования, городские дороги и улицы, подъездные дороги промышленных и сельскохозяйственных предприятий [4].

Функциональные характеристики автовокзалов нового поколения.

Функциональные характеристики автовокзалов играют ключевую роль в их проектировании и организации работы. Эти характеристики включают как основные, так и дополнительные функции, которые обеспечивают комфорт и удовлетворяют потребности пользователей [6]. Основные функции автовокзалов обычно делятся на три категории: пассажирские, грузовые и административные, а также существуют дополнительные функции, такие как торговые и развлекательные зоны.

Функциональное зонирование автовокзалов является важным аспектом проектирования, который направлен на оптимизацию организации пространства и улучшение качества обслуживания пассажиров [1]. Удачное распределение зонирования позволяет наиболее эффективно использовать имеющееся пространство (Рис. 2). В зависимости от размеров автовокзала и дополнительных функций, заложенных в здание, планировка может варьироваться, однако неизменным остаются эти ключевые элементы:

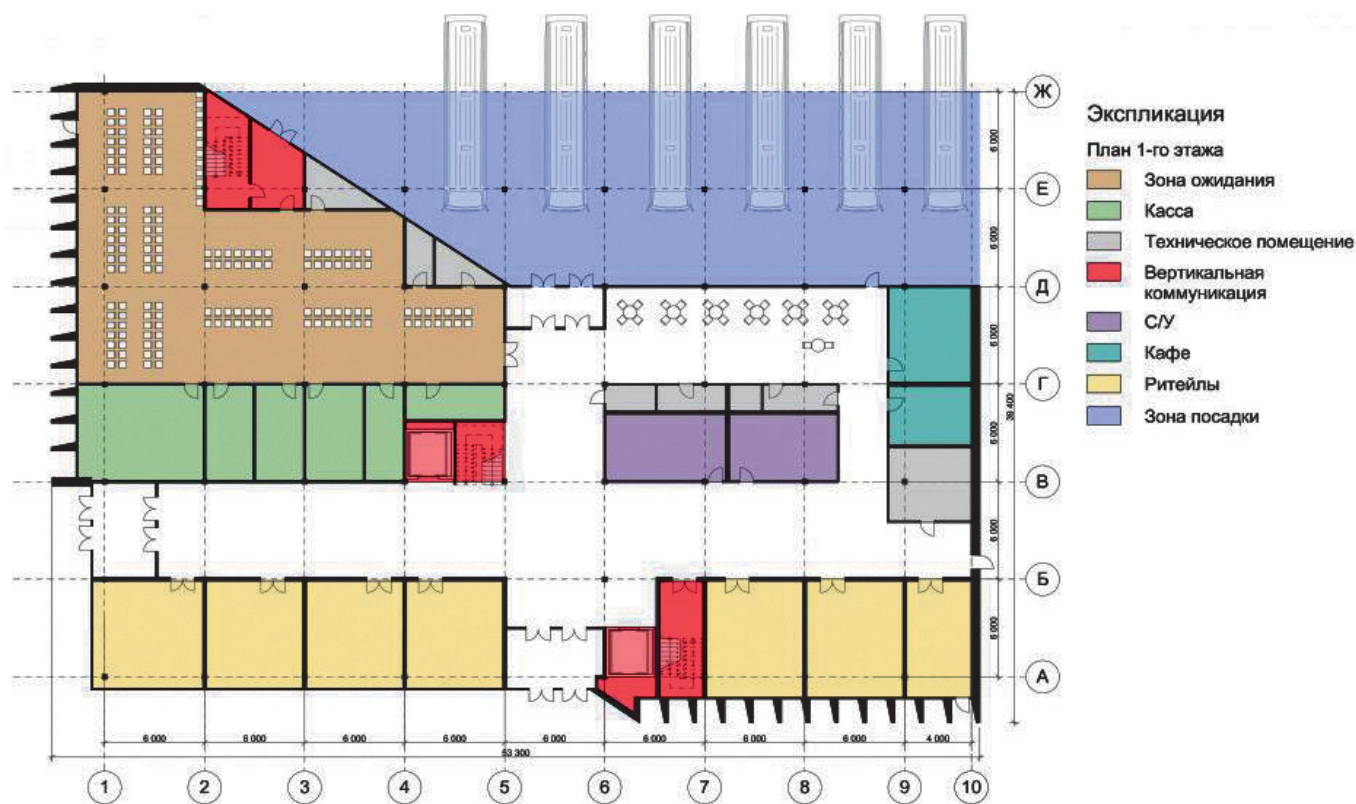


Рис. 2. Пример функционального зонирования автовокзала
Источник: <https://ardexpert.ru/project/14237>

Одна из важнейших зон автовокзала – **зона ожидания пассажиров**. Подобное помещение обязано быть оборудовано сидениями, информационными центрами, электронными табло и доступом к Wi-Fi. Помещение не должно быть стесненным и маленьким, в приоритете для подобной зоны оставить будущим пассажирам как можно больше свободного пространства для ожидания транспорта.

Кассовая зона – пространство, в котором у пассажиров есть возможность приобрести билет на интересующий их маршрут. Чаще всего кассовая зона и зал ожидания находятся в одном пространстве или близко друг к другу. Помещение необходимо оборудовать достаточным количеством кассовых аппаратов и установить билетные автоматы самообслуживания, для разгрузки работников автовокзала в часы пик.

Зона отправления и прибытия автобусов, также называемая перронами, – основная зона автовокзала, именно здесь осуществляется посадка и высадка пассажиров. Пространство перрона должно быть интуитивно понятно для человека. Инструкции и знаки должны быть хорошо видны и снижать вероятность конфликтных ситуаций между пассажирами и водителями транспортных средств.

В структуре автовокзала также присутствуют **дополнительные зоны**, такие как, комната матери и ребенка, медпункты и санузлы. Помещения подобного типа должны располагаться в удобном и легкодоступном месте, иметь оборудование, предназначенное для использования людьми с ограниченными возможностями и кнопки вызова охраны для предотвращения конфликтных ситуаций.

Зоны общественного питания, магазины и торгово-развлекательные объекты чаще всего находятся в одном пространстве, представляя собой единую структуру, однако такие зоны могут быть и разделены, создавая более структурированное пространство.

Пространство, что закрыто для пассажиров, является **зоной обслуживания автобусного парка**. Это помогает обеспечить безопасность для посетителей автовокзала.

Во всех автовокзалах присутствуют **служебные и административные зоны** для обеспечения работы самого объекта.

Управление пассажиропотоками и создание более выгодных маршрутов в рамках городской инфраструктуры.

Распределение пассажиропотоков, а также создание маршрутов для городского транспорта – не легкий процесс, требующий анализа большого количества аспектов социальной среды. Принципы организации автобусного движения включает:

1. *Анализ пассажиропотоков*: отчет об актуальном использовании общественного транспорта.

2. *Определение ключевых точек*: выявление «точек интереса» (жилые районы, деловые центры, образовательные учреждения) для связи с основными маршрутами.

3. *Систематизация маршрутов*: организация маршрутов для максимальных пересадок и минимального времени в пути с созданием пересадочных узлов.

4. *Гибкость маршрутов*: адаптация маршрутов к изменяющимся потребностям и добавление временных линий в часы пик.

5. *Оптимизация расписания*: разработка расписания с учетом пассажирских потребностей в разное время суток и минимизация времени ожидания.

6. *Учет городской застройки*: проектирование маршрутов с учетом особенностей улиц и доступности остановок для людей с ограниченными возможностями.

7. *Внедрение технологий*: использование GPS и мобильных приложений для отслеживания автобусов в реальном времени.

8. *Обратная связь от пассажиров*: регулярный сбор отзывов помогает выявить недостатки и внести коррективы в сервис.

Таким образом, создание эффективной автобусной сети требует системного подхода, основанного на анализе данных и учете потребностей пользователей, что способствует улучшению транспортного сообщения в городе и повышает привлекательность общественного транспорта.

Анализ автовокзальных комплексов в городском округе Донецк.

Анализ автовокзальных комплексов в городе Донецке представляет собой важную часть транспортной инфраструктуры города. Исторический контекст развития автовокзалов в городе Донецке связан с развитием самого города как одного из ключевых промышленно-экономических центров. В начале XX века, когда город Донецк начал активно развиваться благодаря горному и металлургическому производству, необходимость в транспортных узлах стала очевидной. Первоначально автовокзалы функционировали как временные площадки, где пассажиры могли усаживаться в автобусы для поездок в соседние города [1]. С течением времени, по мере увеличения численности населения и роста автомобильного транспорта, вопрос организации и координации пассажирских перевозок стал более острым, что привело к созданию первых постоянных автовокзальных комплексов.

В современном городе Донецке можно выделить несколько ключевых автовокзалов, каждый из которых имеет свои особенности и функциональные характеристики. Например, Донецкий центральный автовокзал «Автостанция Крытый Рынок», расположенный в самом центре города, служит главной транспортной артерией для пассажиров, отправляющихся как в пределах Донецкой области, так и за её пределы (Рис. 3). Этот комплекс предоставляет широкий спектр услуг, включая кассы для продажи билетов, зоны ожидания и удобные подходы к платформам для посадки и высадки пассажиров. Огромное значение имеет то, что автовокзал связан с другими видами транспорта, такими как маршрутные такси и троллейбусы, что позволяет эффективно организовать пассажиропотоки.

Другими важными объектами являются автовокзалы «Южный» (Рис. 4) и «АС Центр», которые обслуживают более удалённые направления и предлагают хорошие условия для туристических и

междугородних перевозок, что является немаловажным фактором для логистики с другими регионами.

Автостанция «Мотель» в городе Донецке является одним из значимых транспортных узлов в городе, обеспечивающим пассажирские перевозки в различных направлениях. Она расположена на территории, которая удобна для доступа как для местных жителей, так и для гостей города. Автостанция была создана в первую очередь для обслуживания маршрутов, связывающих город Донецк с пригородами и соседними регионами.

Что касается маршрутов, то автостанция «Мотель» обслуживает как межмуниципальные, так и автоперевозки в пределах области, связывая город Донецк с рядом населенных пунктов. Это делает её важным пунктом для тех, кто перемещается по региону. Важно отметить, что автостанция также активно участвует в процессе транспортной логистики, обеспечивая возможности для грузовых перевозок и доставки товаров.

Автостанция «Мотель» в городе Донецке сталкивается с рядом структурных недостатков, отражающих угрозу неэффективного функционирования транспортного узла. Прежде всего можно отметить отсутствие полноценного здания автовокзала, что создает определенные трудности для пассажиров, использующих данный объект. Отсутствие крытых помещений для ожидания автобусов вынуждает людей находиться на улице, что, безусловно, усложняет процесс ожидания, особенно в неблагоприятных погодных условиях. Кроме того, нехватка специализированных мест для ожидания автобусов и недостаток навесов приводят к значительному дискомфорту и снижению уровня обслуживания. Пассажиры не имеют достаточного пространства для комфортного размещения, что увеличивает вероятность возникновения заторов и очередей.

При анализе типологии и функциональности современных автовокзальных комплек-



Рис. 3. Автостанция «Крытый Рынок», г. о. Донецк
Источник: https://sun9-59.userapi.com/imp/-Yb-gjY3nUD561HRfwbQNhbyihSjUDhqRlOhLw/_mPxlfPLGVU.jpg?size=604x402&quality=96&sign=20fdaс6704с1е45с23d26beead96cf75&type=album



Рис. 4. Автовокзал «Южный», г. о. Донецк
Источник: https://donbasstoday.ru/?attachment_id=39615

сов в Донецке важно учитывать, что они сталкиваются с рядом проблем, связанных с их потенциальной загруженностью и недостатком пространства. Центральный автовокзал, например, испытывает дефицит мест для стоянки автобусов и часто переполнен в часы пик, что создает неудобства для как пассажиров, так и водителей. Плохая организация пассажирских потоков приводит к задержкам и сбоям в расписании, что, в свою очередь, снижает общее качество предоставляемых услуг. Кроме того, наличие старых систем и технологий, которые не были обновлены или интегрированы в современные решения, также препятствует эффективной работе автовокзалов [1]. Это проявляется в недостаточно актуальных данных о расписании автобусов и отсутствии информационных систем, которые бы упрощали процесс ориентирования пассажиров.

Таким образом, несмотря на наличие современных автовокзальных комплексов в городе Донецке, функционирование этих объектов можно оценить как проблемное. Устаревшая инфраструктура, недостаток

пространства и несовершенные системы станут серьезными препятствиями на пути к модернизации и улучшению качества обслуживания пассажиров. Для дальнейшего развития транспортной системы города необходимо разработать комплексные решения, которые учитывают как истоки прошлого, так и современные требования и потребности горожан и туристов.

Реализация проекта «АС Мотель».

В связи с явными недостатками существующей Автостанции «Мотель» становится очевидной необходимость разработки полноценного автовокзального комплекса, который мог бы справляться со всеми основными функциями при ограниченном участке территории (Рис. 5). Такой комплекс должен включать в себя современное здание, обеспечивающее защиту пассажиров от погодных условий, с просторными залами ожидания, оборудованными сиденьями и информационными табло. Важным аспектом проектирования является создание удобной схемы пассажиропотоков, позволяющей минимизировать время ожидания и обеспечивать эффективные пересадки на другие виды транспорта.



*Рис. 5. Проект автовокзального комплекса нового поколения (на примере города Донецка)
(автор: Васильченко П. В., руководитель разработки: Радионов Т. В.)*

Объект также должен быть оснащен необходимыми вспомогательными службами, такими как кассы для продажи билетов, пункты информации, а также кафе и магазины, что позволит пассажирам организовать ожидание с максимальным комфортом и минимальными затратами времени. При этом необходимо учитывать функциональность комплекса, продумывая размещение зон для стоянки автобусов с учетом пиковых нагрузок, что позволит обеспечить оптимальную работу всего автовокзала (Рис. 6).

Реализация подобного проекта потребует комплексного подхода к планированию, включая анализ пассажиропотоков, исследование особенностей транспортной системы города и учет новых технологий в области управления потоками. Таким образом, создание современного автовокзального комплекса на базе автостанции «Мотель» не только улучшит



*Рис. 6. Проект автовокзального комплекса нового поколения (на примере города Донецка).
Вид с перрона
(автор: Васильченко П. В., руководитель разработки: Радионов Т. В.)*

условия для пассажиров, но и станет значительным шагом на пути к модернизации транспортной инфраструктуры города Донецка в целом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ влияния типологии на функциональность автовокзальных комплексов нового поколения на примере города Донецка демонстрирует, насколько важным является правильное проектирование и зонирование таких объектов. Разнообразие типов автовокзалов — от прямолинейных до гребенчатых и уступообразных — определяет не только эффективность организации пассажиропотоков, но и степень комфорта пользователей [7].

Функциональное зонирование автовокзалов, учитывающее современные требования и потребности пассажиров, способствует созданию удобной и безопасной среды. Например, существующие автовокзалы Донецка, такие как «АС Центральная» и «АС Автовокзал Донецк», иллюстрируют разнообразие подходов к устройству инфраструктуры, включая наличие информационных систем и зон ожидания.

Особое внимание следует уделить проекту реализации автовокзала на месте «АС Мотель». Этот проект рассматривает возможность комбинирования современных технологий и оптимального функционального зонирования, что позволит не только улучшить транспортное сообщение в регионе, но и повысить привлекательность общественного транспорта в глазах жителей.

Таким образом, дальнейшее развитие автовокзальной инфраструктуры города Донецка должно основываться на тщательном анализе типологии и функционального зонирования, что обеспечит высокое качество обслуживания, улучшит транспортную доступность и создаст комфортные условия для пассажиров. Только комплексный и системный подход к проектированию позволит создать автовокзалы, отвечающие требованиям времени и нуждам населения.

Список литературы

1. Михайлов, А. В. Анализ существующего и перспективного развития транспортно-пересадочных узлов с участием железнодорожного и других видов транспорта (на примере г. Донецк) / А. В. Михайлов. — Текст: непосредственный // Строитель Донбасса. — 2021. — Выпуск 1-2021. — С. 24-32. — ISSN 2617-1848. (дата обращения: 05.11.2024).
2. Транспортная инфраструктура: учебник и практикум для вузов / А. И. Солодкий, А. Э. Горев, Э. Д. Бондарева, Н. В. Черных; под редакцией А. И. Солодкого. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 12-13 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18169-2. — URL: <https://urait.ru/bcode/534469> (дата обращения: 05.11.2024). — Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт. — Текст: электронный.
3. Рачкова, О. Г. Архитектура транспортных сооружений: учебное пособие для среднего профессионального образования / О. Г. Рачкова. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 60-63 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-06420-9. — URL: <https://urait.ru/bcode/539911> (дата обращения: 05.11.2024). — Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт. — Текст: электронный.
4. Бондарева, Э. Д. Изыскания и проектирование автомобильных дорог: учебное пособие для среднего профессионального образования / Э. Д. Бондарева, М. П. Клековкина. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 31-32 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-15852-6. — URL: <https://urait.ru/bcode/538508> (дата обращения: 05.11.2024). — Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт. — Текст: электронный.
5. Герами, В. Д. Городская логистика. Грузовые перевозки: учебник для вузов / В. Д. Герами, А. В. Колик. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 23 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15024-7. — URL: <https://urait.ru/bcode/543852> (дата обращения: 05.11.2024). — Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт. — Текст: электронный.
6. Транспортная инфраструктура: учебник и практикум для среднего профессионального образования / А. И. Солодкий, А. Э. Горев, Э. Д. Бондарева, Н. В. Черных. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 443 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-17861-6. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/533860> (дата обращения: 05.11.2024).
7. Бачурин, А. А. Маркетинг на автомобильном транспорте: учебное пособие для среднего профессионального образования / А. А. Бачурин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 208 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-12465-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/539910> (дата обращения: 05.11.2024).
8. Корягина, Н. В. Благоустройство и озеленение населенных мест: учебное пособие для среднего профессионального образования / Н. В. Корягина, А. Н. Поршакоева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 224 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-18634-5. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/545222> (дата обращения: 05.11.2024).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Черныш Марина Александровна — кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: проблемы регенерации культурно-исторической среды в зонах тяготения крупных промышленных предприятий.

Васильченко Полина Витальевна — магистрант кафедры архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: типология жилых и общественных зданий.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

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

Vasilchenko Polina V. - Master's Student, Department of Architectural Design and Design of the Architectural Environment, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Donetsk People's Republic (DNR), Makeevka, Russia. Scientific interests: typology of residential and public buildings.

Статья поступила в редакцию 31.10.2024; одобрена после рецензирования 15.11.2024; принята к публикации 22.11.2024.

The article was submitted 31.10.2024; approved after reviewing 15.11.2024; accepted for publication 22.11.2024.

Строитель Донбасса. 2024. Выпуск 4-2024. С. 30 -36. ISSN 2617–1848 (print)
The Builder of Donbass. 2024. Issue 4-2024. P. 30 -36. ISSN 2617–1848 (print)

Научная статья
УДК 628.33
doi: 10.71536/sd.2024.4c29.4

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСОВ

Наталья Николаевна Харьковская¹; Маргарита Андреевна Прасолова²

^{1,2}Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия,
¹n.n.povetkina@donnasa.ru, ²maritjer18@mail.ru

Аннотация. Излагается актуальность и изучение особенностей архитектурно-типологической организации многофункциональных жилых комплексов на примере мирового опыта проектирования. Дается оценка ряду преимуществ и недостатков многофункциональных жилых комплексов, а также современные тенденции зданий и сооружений подобного назначения. Выявлены причины и факторы востребованности жилых комплексов на основе постиндустриальных предпосылок. При анализе существующего строительства идет подробный разбор их архитектурных и функциональных пространств, которые отвечают потребностям жильцов, которые соответствуют требованиям и нормам строительства, также формируются современные тенденции и новейшие инновации для создания комфортной жизни для потребителей. Наблюдения в научной работе определяют понятие многофункциональных жилых комплексов и анализируют существующие жилые комплексы подобного назначения на примере зарубежного и отечественного опыта проектирования. Затронуты и описаны преимущества и недостатки многофункциональных жилых комплексов на примере мирового опыта проектирования.

Ключевые слова: многофункциональный жилой комплекс, архитектура, городская застройка, благоустройство, рекреационная зона, инфраструктура и общественные пространства

Original article

INTERNATIONAL EXPERIENCE IN DESIGN OF MULTIFUNCTIONAL RESIDENTIAL COMPLEXES

Natalia N. Kharkovskaya¹; Margarita A. Prasolova²

^{1,2}Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia,
¹n.n.povetkina@donnasa.ru, ²maritjer18@mail.ru

Abstract. The scientific research presents the relevance and study of the features in architectural and typological organization of multifunctional residential complexes using the example of world design experience. An assessment is given of a number of advantages and disadvantages of multifunctional residential complexes, as well as modern trends in buildings and structures for such purposes. The reasons and factors for the demand for residential complexes based on post-industrial prerequisites are identified. When analyzing existing construction, a detailed analysis of their architectural and functional spaces is carried out, which meet the needs of residents, which comply with the requirements and standards of construction, and modern trends and the latest innovations are also formed to create a comfortable life for consumers. Observations in the scientific work define the concept of multifunctional residential complexes and analyze existing residential complexes of similar purpose using foreign and domestic design experience as an example. The advantages and disadvantages of multifunctional residential complexes are touched upon and described using world design experience as an example.

Keywords: multifunctional residential complex, architecture, urban development, improvement, recreational area, infrastructure and public spaces

© Харьковская Н. Н., Прасолова М. А., 2024



*Харьковская
Наталья Николаевна*

*Прасолова
Маргарита Андреевна*

С ростом крупных городов и их плотностью населения они начинают сталкиваться с потребностью жилой застройки на своей территории. Такими объектами становятся многофункциональные жилые комплексы, которые, к тому же, считаются «новинкой» на рынке коммерческой и жилой недвижимости, которым уступают привычные стандартные новостройки. Актуальность проектирования и строительства многофункциональных жилых комплексов обусловлена рядом факторов. Подобные проекты несут в себе гармоничное сочетание масштабности и сложности. Основу жилого комплекса формируют жилые ячейки (квартиры), но сопутствующие элементы имеют немаловажное значение и предназначены для поддержания насыщенной и всеобъемлющей жизнедеятельности пользователей. Жилой комплекс с различными функциями, предоставляющий квартиры для разных вкусовых предпочтений и широкий выбор услуг на месте, образует сжатую копию целого города и по наполненности, и по целям строительства.

Многофункциональный жилой комплекс (МЖК) — это совокупность зданий и сооружений. В них непосредственно корреляционно зависимы функциональные структурные объемы, которые складываются в одну единую систему композиционным замыслом, с элементами художественными. Эта система так же реализует потребности человека в труде, быте и отдыхе. Здания подобного назначения являются новым типом жилья, предоставляющий в себе различные функции и удобства для жителей, т.е. включают в себя не только жилые зоны, но и коммерческие (магазины, кафе, спортивные залы, детские сады и школы). Это позволяет жителям получать все необходимые услуги и товары, не выходя за пределы комплекса. Кроме того, такие комплексы обычно имеют развитую инфраструктуру и зеленые зоны для отдыха и прогулок.

Проектирование и строительство многофункциональных жилых комплексов предполагает строгое соблюдение требований безопасности, инсоляции, изоляции от шумового загрязнения. Исходя из этого, учитываются и проектируются раздельные входы и выходы для жителей и посетителей объекта МЖК, внедряются на территорию наземные и подземные парковочные места и паркинги, а также выделяется зона погрузочно-разгрузочных площадок для коммерческих точек.

Обращая внимание на вышеизложенные аспекты, существенно то, что многофункциональные жилые комплексы — это «города в городе», на территории которых потребители могут не покидать его пределы и удовлетворять свои потребности без лишних затрат времени и сил.

Многофункциональные жилые комплексы (МЖК) имеют ряд преимуществ:

- различные функции (объединение жилых, коммерческих и общественных помещений, существует доступ к различным услугам и удобствам прямо внутри комплекса, без необходимости дальних перемещений);
- работа, личная жизнь и отдых, не отходя от дома (отсутствие необходимости выходить за пределы территории объекта для удовлетворения нужд и потребностей);
- комфортная планировка и организация внешнего и внутреннего пространств (оптимальная планировка территории МЖК и его внутренних зон обеспечивает удобное и доступное перемещение между ними для жителей);
- высокий сервис (жилой комплекс оснащен круглосуточной охраной, консьерж-сервисом, обслуживанием лифтов, уборкой общественных зон и другими удобствами);
- «новинки» дизайна интерьера и архитектуры в общем и целом;
- удобное расположение в структуре городской застройки.

К недостаткам жилых объектов подобного назначения относят:

- высокие цены жилья;
- ограниченная транспортная доступность за счет размещения объекта;
- проблемы с парковкой: многие многофункциональные комплексы не имеют достаточного количества парковочных мест, что может создавать проблемы для жителей;
- шум и загрязнение воздуха: многофункциональные комплексы часто включают в себя большое количество коммерческих и развлекательных объектов, которые могут создавать шум и загрязнять воздух.

С развитием общества потребности людей и представления о комфорте постоянно меняются, что приводит к необходимости адаптировать архитектурные решения к современным требованиям. В связи с этим появилась концепция адаптивной, гибкой и многофункциональной архитектуры. Архитекторы всё чаще отказываются от проектирования специализированных помещений и создают пространства, способные выполнять разные задачи. Этим объясняется популярность таких решений, как многофункциональные жилые комплексы, способствующие формированию смешанного образа жизни.

В XXI веке устойчивое развитие и экологически ориентированная высокотехнологичная архитектура стали основными направлениями в проектировании. Устойчивая архитектура включает в себя различные аспекты, адаптируясь к природным, климатическим и технологическим условиям, сочетая стабильные и

изменяющиеся элементы в проектируемых объектах.

Выделяют основные современные тенденции формирования МЖК:

- внедрение деловых функций в жилую среду, что создает разнообразие пространств и функций (полицентричность);
- обеспечение местного функционального разнообразия и доступности всех необходимых услуг, а также развитие энергоэффективных и автономных систем (автономность);
- определение и четкое разграничение зон ответственности различных единиц жилья, что особенно важно в сложных многофункциональных комплексах (регламентация границ);
- увеличение интенсивности использования дворовых пространств, чтобы удовлетворять потребности людей разных возрастных групп (интенсификация дворовых пространств);
- создание открытого и доступного всем жителям комплекса пространств (концепция открытости и прозрачности).

Эти тенденции играют важную роль в создании архитектуры, ориентированной на потребности человека, и должны учитываться при разработке генерального плана, организации дворовых пространств, а также при проектировании фасадов и деталей зданий.

Подытоживая вышперечисленное, можно выделить основные тенденции в проектировании многофункциональных жилых комплексов, отображая их в графической части (рис. 1).

Важным фактором развития многофункциональности жилья является социально-культурная специфика постиндустриального общества, которая

влияет на взаимосвязь между различными сферами жизни и социальными слоями. Люди формируют более разнообразные и сложные сети, стремясь к непосредственному общению лицом к лицу, а не ограничиваясь виртуальным общением. Культурные особенности объясняют, почему современные семьи предпочитают пользоваться платными услугами за пределами своего жилья и отказываются от самостоятельного обслуживания, что является одной из особенностей городской жизни.

Подчеркнем, что указанные условия многофункциональности не являются универсальными; они в первую очередь наблюдаются в экономически развитых странах и регионах, а также в крупных городах, где процессы постиндустриализации уже достаточно развиты. Эти условия касаются тех социальных слоев, которые играют активную роль в социокультурных трансформациях.

Опыт проектирования наглядно показывает, что в городах Европы и США жилые комплексы подобного назначения активно обретают популярность и используются в строительстве, поэтому они достаточно активно распространяются и на территории России на рынках недвижимости. Для примера проведен анализ проектирования нескольких многофункциональных жилых комплексов, формирующих преимущества и недостатки строительства зданий и сооружений подобного назначения.

Многофункциональный жилой комплекс Le Toison d'Or в Брюсселе. В попытке избежать монотонности фасадов блочного здания, основатель UNStudio Бен ван Беркель решил насытить их несколькими конструкциями, очертания которых напоминают очень большие воздушные шары. Так на улице Брюсселя в

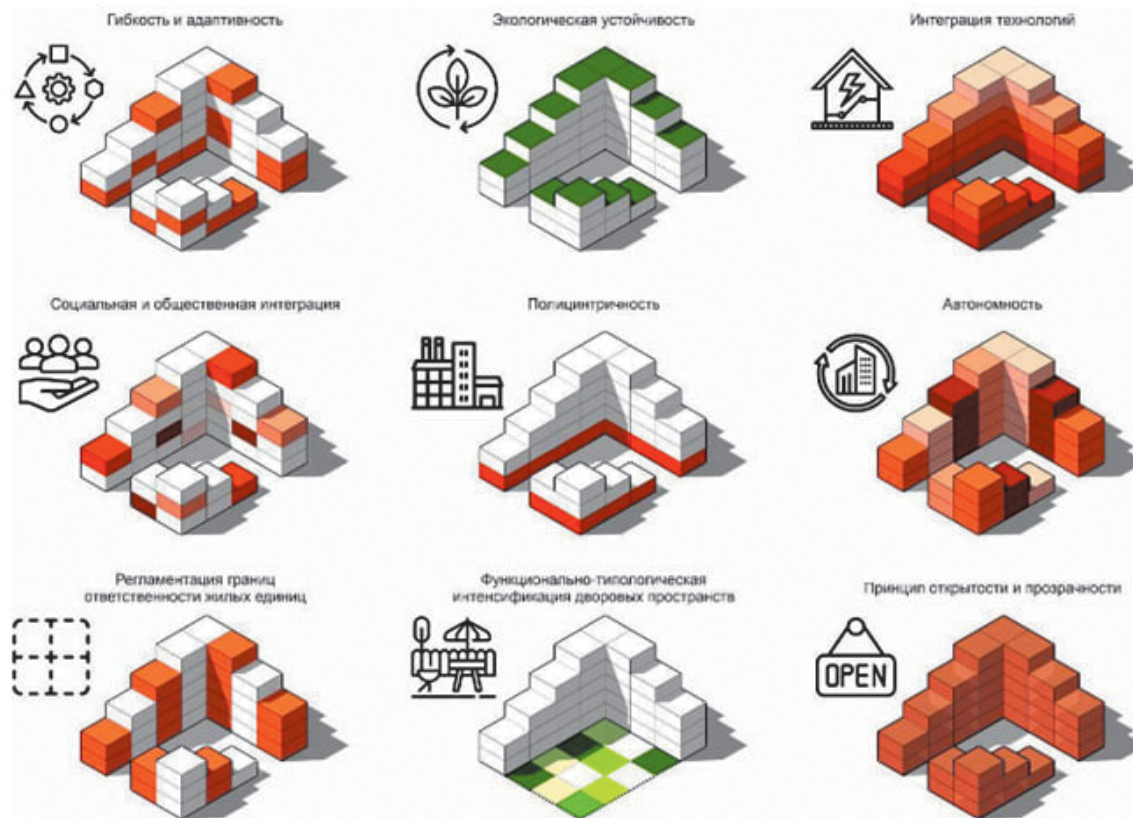


Рис. 1.
Современные тенденции в проектировании многофункциональных жилых комплексов

Бельгии был реализован проект многофункционального жилого комплекса Le Toison d'Or (рис. 2)

В проект было внесено свыше 70 квартир, площади для коммерческих помещений, детский садик, зона парковочных мест, а также городской озелененный сад. Основной целью во время проектирования Le Toison d'Or являлась попытка избежать монотонности и некой скучности. Благодаря этой идее и замыслу фасад было решено раздробить, и для этого применялась фактура, углубленность и ритмичности нескольких криволинейных вертикальных рам. Такая совокупность и внедрение конструктива разного типа образовали надежный защитный барьер для балконов квартир на втором и последующих этажах, но при всем при этом оставили открытыми витрины магазинов на первом этаже.

Задняя часть здания, если сравнивать ее с рисунком уличных фасадов, идущих по вертикали, ориентирована на одной линии с горизонтом за счет длинных балконов и приподнятого на уровень жилья сада. В объекте существуют разные типы квартир: как для одиночек, так и для семей. Кроме всего перечисленного, жилой комплекс Le Toison d'Or славится учетом высоких стандартов устойчивости. Строительная кампания UNStudio гарантирует качественную теплоизоляцию фасада, звукоизоляцию высокого уровня, тройное остекление, использование армированного стекловолокном бетона и прочее.



Рис. 2. Многофункциональный жилой комплекс Le Toison d'Or в Брюсселе

Многофункциональный жилой комплекс «Сонненхоф» в Германии. Архитектурное бюро J. Mayer H. Architects совсем недавно выпустило еще один проект, который на этот раз они решили встать в исторический центр города Йена в Германии. Хотя во время реализации проекта возникали трудности за счет сложных нетипичных форм зданий с множеством скосов, был возведен многофункциональный жилой комплекс современности, несущий название «Сонненхоф».

Реализованный объект представляет собой совокупность зданий «Сонненхоф», разработанный для жилищного кооператива Carl Zeiss (рис. 3) Площади в каждом из зданий жилого комплекса предназначены

для размещения офисов и жилья, способствующие проживающим там людям с комфортом обустроить свою жизнь как личную, так и рабочую.

Благодаря тому, что все 4 части рассматриваемого жилого комплекса гармонично рассредоточены по территории, это способствует простому перемещению между ними и, что главное, легкий доступ к каждой постройке. Кроме того, такое расположение этих 4 частей, ориентированных на «обрамление» территории, способствует образованию в ее центре свободного открытого внутреннего пространства, которое отлично вписывается в облик средневековой структуры города. Интеграция в городское окружение происходит и за счет возможностей гибкого использования многофункциональных площадей.

Разнообразие форм зданий, которые представляют собой угловатые блоки различных форм с множеством скосов, создает столь же необычные внутренние пространства. Красота объемного решения подчеркивается контрастной отделкой фасадов, эта же идея продолжена в интерьерах.



Рис. 3. Многофункциональный жилой комплекс «Сонненхоф» в Германии

МЖК «Царская площадь» в городе Москве, Россия. Многофункциональный жилой комплекс «Царская площадь» расположен в Москве на месте бывшего стадиона Юных пионеров и состоит из трех замкнутых блоков с различным количеством этажей, а также отдельного 21-этажного здания (рис. 4). Сохранилась стена стадиона с впечатляющими мозаиками, которая отделяет внутренний двор комплекса от Беговой улицы. Архитектурно-планировочная концепция жилого комплекса основывается на создании удобного городского квартала, соразмерного человеку.

Во время разработки проекта «Царская площадь» было учтено два важных и взаимодополняющих фактора: повседневный комфорт (удобные и качественные планировки квартир, уютные внутренние дворы без доступа машин и разнообразие общественных функций на первых этажах здания) и эстетический аспект. За счет этого комплекс имеет представление района, состоящего из секций различной высоты и архитектурного стиля. Под изысканным архитектурным стилем подразумевается применение отличительных черт: отличия в плас-

тике, деталях и отделочных материалах. В общей картине они формируют гармоничное и визуально богатое пространство.

Для оформления фасадов использованы клинкерные кирпичи, керамические материалы, архитектурный бетон, металлические панели и натуральный камень. Сложенный, на первый взгляд, из этих разнообразных элементов, жилой комплекс создает ощущение единого гармоничного целого.



Рис. 4. Многофункциональный жилой комплекс «Царская площадь» в городе Москве

Многофункциональный жилой комплекс «Glorax Балтийская (Глоракс Балтийская)» в Санкт-Петербурге. «Glorax Балтийская» — это жилой комплекс бизнес-класса, расположенный в Адмиралтейском районе Санкт-Петербурга, всего в 10 минутах пешком от станции метро и в 30 минутах от Невского проспекта (рис. 5). В непосредственной близости находятся живописные парки: Екатерингоф, Балтийский парк и Лермонтовский сквер. На территории внутреннего двора комплекса планируется создание кленовой рощи, детской площадки с мягким покрытием и зон для воркаута. В ЖК предлагаются студии и квартиры с 1, 2 и 3 комнатами. Ожидается, что проект будет сдан в IV квартале 2024 года.

Жилой комплекс «Glorax Балтийская» расположен в 5 км от Западного скоростного диаметра (ЗСД). На автомобиле без пробок можно доехать до Невского проспекта, Дворцовой площади, Эрмитажа, Васильевского острова и аэропорта Пулково за 15–30 минут. В 300 метрах от комплекса находится автобусная остановка «Улица Шкапина, 48». В 10–20 минутах пешком расположены станции метро «Балтийская», «Нарвская» и «Технологический институт».

В закрытом от автомобилей дворе жилого комплекса будет создан ландшафтный парк и кленовая роща, а также зелёные аллеи с лавочками, зоны для воркаута и места для отдыха. На детских площадках с мягким покрытием будут выделены игровые зоны для малышей и школьников. В комплексе предусмотрены подземный отопляемый и открытый паркинги на 306 и 44 места соответственно, а также места для мотоциклов и зарядные станции для электромобилей. Доступ на подземную парковку будет осуществляться автоматически по номеру автомобиля, внесённому в базу данных. На территории комплекса организовано круглосуточное видеонаблюдение и дежурит охрана.

В жилом комплексе «Glorax Балтийская» будет 11 секций высотой от 7 до 9 этажей, фасады которых будут облицованы плиткой с текстурой клинкерного кирпича. Здание возведут по монолитно-кирпичной технологии, что обеспечит комфортную температуру в течение всего года. В комплексе предлагаются студии и квартиры с 1, 2 и 3 комнатами. Всего предусмотрено 102 варианта планировок различной площади — от 23,7 до 108,9 м².



Рис. 5. Многофункциональный жилой комплекс «Glorax Балтийская (Глоракс Балтийская)» в Санкт-Петербурге

Анализ зарубежного и отечественного опыта проектирования многофункциональных жилых комплексов выявил ряд проблем:

- в последнее время наблюдается тенденция к точечной застройке без учета наличия или отсутствия существующих объектов обслуживания;
- устаревшая ступенчатая система обслуживания, что неочевидно, требует тщательного пересмотра, но возникает иная проблема: не разработаны единые рекомендации по проектированию учреждений обслуживания;
- инвесторы за счет нехватки земли в городе и ее высокой цены в первую очередь стремятся довести до максимума количество продаж площадей (квартир и офисов), что приводит к отсутствию какого-либо проектирования объектов повседневного обслуживания для жителей новых жилых комплексов.

В связи с перечисленными проблемами на данном этапе отечественная и зарубежная практика проектирования и строительства по сути своей идут нога в ногу друг с другом. Так, образование объемных образований для жилья требует комплексного подхода, при котором учитываются различные факторы. При существенном различии концепций организации в городском пространстве требуется учитывать следующие факторы: спрос на различные типы квартир (требуется отталкиваться от доходов населения); определение эффективных типов жилой застройки, преимущественно с экономической точки зрения; функция застройки.

ВЫВОД

Одна из основных задач современных мегаполисов — эффективная организация жилой среды. Для этого необходимо учитывать градостроительные,

архитектурно-типологические, объёмно-пространственные и художественные аспекты. Архитекторы решают сложную задачу интеграции жилых зданий в городскую структуру, обеспечения комфорта и создания удобных транспортных связей как внутри многофункциональных жилых комплексов нового поколения, так и за их пределами, в зависимости от конкретной ситуации. На основе этих критериев и факторов можно определить особенности архитектурно-типологической организации современных многофункциональных жилых комплексов, включающие:

- экологичность: использование в строительстве экологически чистых материалов, таких как дерево, камень, кирпич, а также применение энергосберегающих технологий, позволяющих снизить потребление энергии и негативное воздействие на окружающую среду;

- разнообразие жилья: в таких комплексах представлены различные типы жилья — от студий до многокомнатных квартир, что позволяет удовлетворить потребности различных групп населения;

- инфраструктура и общественные пространства: новые жилые комплексы обычно включают в себя развитую инфраструктуру, включающую магазины, кафе, рестораны, спортивные и детские площадки, парки, кинотеатры и другие объекты, которые делают жизнь жителей более комфортной и разнообразной;

- безопасность: многофункциональные жилые комплексы нового поколения обычно имеют огороженную территорию, системы видеонаблюдения и контроля доступа, что обеспечивает безопасность жильцов и их имущества;

- инновационные технологии: такие комплексы часто оснащаются современными технологиями и обеспечивают комфорт и удобство проживания.

- архитектурная живописность: внешний облик новых жилых комплексов выделяется необычной оригинальностью, выразительностью и использованием современных натуральных материалов и высоких технологий, что делает их привлекательными для потенциальных покупателей.

При создании территорий с группами жилых зданий и сооружений важно сохранить природный потенциал и обеспечить правильное взаимодействие с городской структурой. Основной целью проектирования архитектурно-типологической организации многофункциональных жилых комплексов является создание комфортных условий для проживания, включая благоустройство территории и формирование благоприятной среды для улучшения качества жизни населения.

Список литературы

1. Александрова, А. В. Принципы формирования многофункциональных территорий и комплексов / А. В. Александрова. - Текст : электронный // Молодой ученый. - 2021. — № 24 (366). - С. 63-65. - URL: <https://moluch.ru/archive/366/82327/> (дата обращения: 13.11.2024).
2. Гельфонд, А. Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений: монография / А. Л. Гельфонд. — Москва: Архитектура - С, 2007.—280 с. - ISBN 5-9647-0099-3. — Текст: непосредственный.
3. Григорьев, И. В. Типологические особенности формирования высотных многофункциональных жилых комплексов: специальность 18.00.02. «Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры/ Григорьев Илья Владимирович. — Москва, 2003. — 232 с. — Библиогр.: с. 150-203. — Текст: непосредственный.
4. Добрышева, Н. К. Генеральное проектирование многофункциональных объектов / Н. К. Добрышева — Текст: непосредственный // Вестник науки. — 2020. — Т. 4. — №. 3. — С. 25-28.
5. Давыдова, Е. А. Архитектурно-пространственное моделирование многофункциональных жилых комплексов для молодых семей / Е. А. Давыдова. — Текст: электронный // Молодой ученый. — 2022. — №26(316) — С. URL: <https://moluch.ru/archive/316/72143/> (дата обращения: 13.11.2024).
6. Ушницкая, Л. Е. Современные проблемы многофункционального жилого комплекса / Л. Е. Ушницкая, Е. А. Багардынова. — Текст : электронный // Молодой ученый. — 2016. — № 26 (130). — С. 395-397. — URL: <https://moluch.ru/archive/130/36161/> (дата обращения: 13.11.2024).
7. Солодилова, Л. А. Многофункциональный жилой комплекс : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 270100 «Строительство» / Л. А. Солодилова, Г. А. Трухачева ; под общ. ред. Л. А. Солодиловой. — Москва : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2009. — 147 с. : ил., табл. : 24 см.; ISBN 978-5-93093-668-1. — Текст: непосредственный.
8. Богданов, В. М. Современные тенденции проектирования многофункциональных жилых комплексов / В. М. Богданов — Текст: электронный // Инженерный вестник Дона. Серия: Строительство и архитектура. — 2024, - №9 — URL: <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2024/9496/> (дата обращения: 13.11.2024).
9. Буток, О. В. Многофункциональный жилой комплекс — современная форма организации жилой среды / Буток О. В. — Текст: непосредственный// Российский журнал о жилищных стратегиях. — 2018. — Т. 5, вып. 2. — С.120-132.
10. Севка, В. Г. Основные направления развития жилищного строительства в Донецкой Народной Республике / В. Г. Севка, Н. Ю. Малова, Е. В. Михалева. — Текст: непосредственный // Строитель Донбасса. — 2019. — Выпуск 3-2019. — С. 12-19. — ISSN 2617-1848.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Харьковская Наталья Николаевна – старший преподаватель кафедры архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: архитектурное проектирование и дизайн архитектурной среды.

Прасолова Маргарита Андреевна – магистрант 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

Kharkovskaya Natalia N. - Senior Lecturer, Department of Architectural Design and Design of the Architectural Environment, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia. Scientific interests: architectural design and design of the architectural environment.

Prasolova Margarita A. - Master's Student, Department of Architectural Design and Design of the Architectural Environment, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia. Scientific interests: architectural design and design of the architectural environment.

*Статья поступила в редакцию 28.10.2024; одобрена после рецензирования 15.11.2024; принята к публикации 22.11.2024.
The article was submitted 28.10.2024; approved after reviewing 15.11.2024; accepted for publication 22.11.2024.*

Научная статья

УДК 691.335:620.193.4

doi: 10.71536/sd.2024.4c29.5

КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ЩЕЛОЧЕАКТИВИРОВАННЫХ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ТЭС

Николай Михайлович Зайченко¹; Дарья Юрьевна Букина²^{1,2}Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия,¹n.m.zaichenko@donnasa.ru, ²d.yu.bukina@donnasa.ru

Аннотация. По результатам химического и рентгенофазового анализа установлена более высокая реакционная способность молотого шлака в сравнении с зольной составляющей золошлаковой смеси Зуевской ТЭС для получения щелочеактивированных вяжущих веществ и бетонов на их основе. Поскольку определяющим фактором этого является практически полная аморфизация молотого шлака, особенно его алюмосиликатной составляющей, которая в золах в существенной мере закристаллизована. Разработаны составы и исследованы свойства бетонных смесей и бетонов на основе щелочеактивированных вяжущих из золошлаковых отходов. Исследована коррозионная стойкость бетонов на основе шлаковой и зольной составляющих золошлаковых смесей, активированных щелочью – гидроксидом натрия, в растворах соляной кислоты, сульфата натрия и хлорида магния. Установлена высокая коррозионная стойкость бетонов на основе вяжущего из щелочеактивированного молотого шлака ТЭС.

Ключевые слова: щелочеактивированные бетоны, молотый шлак, зола, прочность, коррозионная стойкость, глубина разрушения

Original article

CORROSION RESISTANCE OF ALKALI-ACTIVATED CONCRETE BASED ON ASH AND SLAG WASTE FROM THERMAL POWER PLANTS

Nikolay M. Zaichenko¹; Darya Y. Bukina²^{1,2}Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia,¹n.m.zaichenko@donnasa.ru, ²d.yu.bukina@donnasa.ru

Abstract. On the results of chemical and X-ray phase analysis, a higher reactivity of ground slag in comparison with the ash component of the ash and slag mixture of the Zuyevskaya TPP for obtaining alkali-activated binders and concretes based on it were established in this article. Since the determining factor for this is the almost complete amorphization of ground slag, especially its aluminosilicate component, which is largely crystallized in ashes. The compositions of concrete mixtures and concretes based on alkali-activated binders from ash and slag waste have been developed and its properties have been researched. The corrosion resistance of concretes based on slag and ash components of ash and slag mixtures activated by alkali – sodium hydroxide, in solutions of hydrochloric acid, sodium sulfate and magnesium chloride has been researched. High corrosion resistance of concretes based on binders from alkali-activated ground slag of thermal power plants has been established.

Keywords: alkali-activated concretes, ground slag, ash, strength, corrosion resistance, depth of destruction



*Зайченко
Николай Михайлович*



*Букина
Дарья Юрьевна*

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

В последние годы стремительное развитие ресурсо-энергосберегающих технологий в строительной индустрии способствовало росту спроса на бетон с более высоким расходом так называемых цементирующих и пуццолановых материалов, в том числе золы тепловых электростанций, поскольку увеличение ее содержания в бетоне является одним из способов снижения расхода цемента [1, 2]. Применение отходов, образующихся в процессе функционирования теплоэлектростанций, представляет собой значимый аспект как с экономической, так и с экологической точки зрения, это обусловлено их значительным количеством, а также необходимостью значительных затрат на их утилизацию и хранение [3]. Утилизация золы является очень важной глобальной проблемой, которая, например, при производстве щелочеактивированных алюмосиликатных материалов позволяет не только расширить сырьевую базу строительной отрасли без увеличения использования природных минеральных ресурсов, но и снизить влияние парниковых газов (диоксид углерода CO_2 , оксиды азота NO_x), связанных с производством клинкерного цемента и бетона на его основе [4].

В будущем новые виды бетонов на основе альтернативных вяжущих (например, щелочных) могут обеспечить экологические и экономические преимущества наряду с улучшенными свойствами в сравнении с вяжущими на основе портландцементного клинкера [5]. Наиболее интенсивно ведутся исследования по разработке щелочеактивированных материалов, которые отличаются от клинкерных вяжущих химическим и минеральным составом; широким диапазоном сырьевой базы; повышенной стойкостью к воздействию атмосферной коррозии, химических сред, высокой температуры и радиации; широтой номенклатуры материалов на их основе и областей применения [6].

Известно, что основными продуктами гидратации портландцемента являются гидросиликаты кальция C-S-H и портландит Ca(OH)_2 , тогда как в результате щелочной активации алюмосиликатного сырья образуется аморфный или субкристаллический алюмосиликатный щелочесодержащий гель N-A-S-H , на основе которого кристаллизуются цеолитоподобные фазы, обеспечивающие повышенные

физико-механические свойства и химическую стойкость щелочеактивированных материалов за счёт химического и минералогического сходства с природными цеолитами [7]. Повышенная коррозионная стойкость бетонов, полученных на основе щелочеактивированных золошлаковых отходов ТЭС, которые в зарубежной практике классифицируются как «геополимеры» [8-14], позволяет рекомендовать их в качестве альтернативы цементного бетона в условиях воздействия растворов кислот и сульфатных вод [8].

В то же время, крупномасштабное применение золы в производстве активируемых щелочью материалов сдерживается несколькими техническими проблемами, в том числе непостоянством качества золы между электростанциями, даже в пределах одного предприятия. Эта изменчивость связана с непостоянством физических свойств, химического и минералогического состава угля, его теплотворной способности, режимов и технологии сжигания, способа улавливания золошлаковых отходов и удаления, места отбора из отвалов, применяемых на каждой электростанции. Так, содержание несгоревшего углерода, количество химически активных кремнезема и глинозема, гранулометрический состав и содержание стекловидной фазы в золе-уноса являются наиболее важными факторами, влияющими на процесс твердения – геополимеризацию [4, 6].

Установлено, что наиболее важным ограничением при выборе золошлаковых отходов является содержание тугоплавкой кристаллической фазы. Следует использовать отходы с максимальным содержанием аморфной фазы [6], так как степень кристалличности алюмосиликата обратно пропорциональна его реакционной активности, которая проявляется как степень его растворимости в условиях высокощелочной среды [4, 15]. При этом вид активатора и условия отверждения образцов оказывают определяющее влияние на свойства, структуру и механизм отверждения композиций на основе топливных зол и шлаков [16]. Так, геополимерные материалы, полученные щелочной активацией алюмосиликатного минерального сырья, в тех случаях, когда активатором выступает гидроксид натрия, имеют более кристаллическую структуру, чем геополимеры, полученные в результате активации силикатом натрия (жидким стеклом). При этом, чем выше степень кристалличности, тем более коррозионностойки геополимеры в агрессивных средах, таких, как растворы серной и уксусной кислоты [17]. Это явление при использовании активатора гидроксида натрия можно объяснить образованием более стабильной полимерной алюмосиликатной структуры с поперечными связями [18].

При совместном гидроудалении золы и шлака в отвалы, образуется золошлаковая смесь, представляющая собой согласно ГОСТ 25592-2019 «Смеси золошлаковые тепловых электростанций для бетонов» вторичные минеральные ресурсы, применяемые в качестве компонентов для изготовления бетонов для всех видов строительства. Золы и шлаки ТЭС являются продуктами термохимических и фазовых превращений минеральных компонентов топлива. В составе зол и шлаков тепловых электростанций

можно выделить преобладающие (более 10 % по массе), второстепенные (3-9 %), редкие (1-5 %) фазы. Основными химическими компонентами минеральной части зол, шлаков и золошлаковых смесей являются кремнезем, глинозем и оксиды железа, составляющие до 90 % от всей неорганической массы. Содержание сернистых и сернокислых соединений в пересчете на SO_3 находится в пределах 0,3-1,6 %, содержание CaO не превышает 5 %, известь в свободном виде отсутствует.

Ранее в исследованиях щелочеактивированных вяжущих как зарубежных, так и отечественных ученых на фактор различной степени аморфизации оксида алюминия в золе-уноса и шлаке ТЭС внимание не акцентировалось. Однако, в последние годы в ряде научных работ [6, 17, 20] было установлено, что шлаковая составляющая золошлаковой смеси проявляет большую активность по сравнению с золой, что может объясняться различиями в фазовом составе, а также дополнительной механоактивацией шлака в процессе его измельчения.

Предполагается, что вследствие высокой вязкости алюмосиликатных расплавов [19], в шлаке ТЭС, претерпевшем стадию плавления, глинозем должен находиться в стеклообразном состоянии, высокая его растворимость в щелочных растворах должна обеспечить синтез гидроалюмосиликатов типа $\text{R}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (2-4)\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ – основных структурообразующих соединений камня щелочного вяжущего.

Целью исследования является изучение коррозионной стойкости бетонов, полученных на основе щелочеактивированных золошлаковых отходов ТЭС – золы и шлака, что позволит прогнозировать долговечность разработанных составов.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Материалы и методы исследований

В исследованиях использованы зола (З) и шлак Зуевской ТЭС, размолотый в шаровой мельнице до тонкости помола по показателю остатка на сите № 0,08 мм не более 10-12 % (МШ). В качестве крупного заполнителя (КЗ) принят щебень из гранита (ЩГ) и шлака ТЭС (ЩШ), мелкого заполнителя (МЗ) – песок кварцевый (ПК) и на основе золошлаковой смеси ТЭС (ПШ).

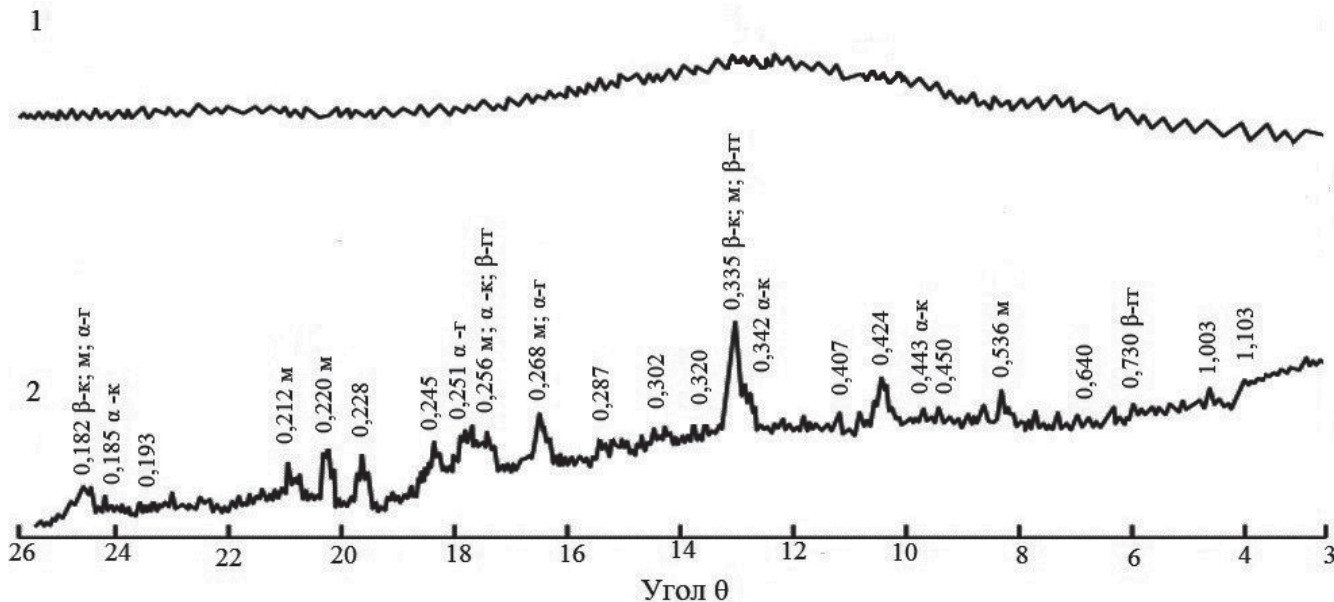
Химический состав отобранных проб золы и шлака ТЭС, приведенный в таблице 1, свидетельствует о том, что в шлаке, в отличие от зольной составляющей, практически отсутствует несгоревший уголь – значение потерь при прокаливании (ППП) приближается к нулю. Кроме того, при соизмеримом содержании оксидов железа в шлаке более половины их присутствуют в виде двухвалентного железа.

Рентгенограммы шлака и золы (рис. 1) свидетельствуют о том, что шлаковая составляющая практически полностью аморфизирована. Напротив, в золе присутствует значительное количество кристаллических фаз – высокотемпературный ($\alpha\text{-SiO}_2$) и низко-

Таблица 1.

Химический состав шлака и золы ТЭС

Материал	Содержание оксидов, % массы								ППП
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	R_2O	SO_3	
Шлак	50,2	27,6	7,6	8,4	2,4	1,4	2,1	0,2	0,1
Зола	53,4	23,4	8,3	1,5	1,7	1,4	3,5	0,2	6,9



1 – шлаковая составляющая; 2 – зольная составляющая; условные обозначения: $\alpha\text{-K}$ – высокотемпературный кварц ($\alpha\text{-SiO}_2$), $\beta\text{-K}$ – низкотемпературный кварц ($\beta\text{-SiO}_2$), M – муллит ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$), $\alpha\text{-G}$ – гематит ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), $\beta\text{-G}$ – гидрогематит ($\beta\text{-Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)

Рис. 1. Рентгенограммы пробы золошлаковой смеси

температурный кварц (β -SiO₂), муллит (3Al₂O₃·SiO₂), α -гематит (α -Fe₂O₃), β -гидрогематит. Причем глинозем в ней находится в виде кристаллического муллита.

В качестве щелочного компонента вяжущих применён технический гидроксид натрия (ГОСТ Р 55064-2012), являющийся наиболее дешевым и сильным растворителем алюмосиликатного стекла золошлаковых отходов. Гидроксид натрия вводился в бетоны в виде водного раствора плотностью 1,30 г/см³.

Образцы бетона твердели при тепловой обработке (ТО): пропаривание (П) и автоклавирование (А) по режиму: 2,5 часа – нагрев, 6 часов – изотермический прогрев, 3-4 часа – охлаждение. Температура изотермической выдержки при пропаривании составляла 95±1°С, при автоклавировании – 173°С (давление насыщенного пара – 0,8 МПа). Режим тепловлажностного твердения регулировался с помощью автоматических терморегуляторов, тепловлажностная обработка образцов производилась в формах.

Коррозионную стойкость бетона оценивали путем сравнения показателей образцов, твердевших в агрессивной и неагрессивной среде, для этого моделировались кислотная, магниевая и сульфатная коррозия. В качестве неагрессивной среды использовали дистиллированную воду. Согласно рекомендациям НИИЖБ [21] показатели агрессивности должны иметь следующие концентрации: кислотная – 3, 4, 5 рН; магниевая (Mg²⁺) – 2000, 5000, 10000 мг/л; сульфатная (SO₄²⁻) – 1000, 3000, 10000, 34000 мг/л. При испытании щелочеактивированного бетона приняты максимальные значения концентраций для всех видов коррозий. Для моделирования кислотной коррозии использовали раствор соляной кислоты с концентрацией ионов водорода 0,001 моль/л, что соответствует 3 рН. Для моделирования магниевой коррозии применяли порошок MgCl₂·6H₂O, растворенный в дистиллированной воде, в расчете на Mg²⁺ – 10 г/л. Массовая доля и плотность раствора должна быть 0,0377 и 1,0282 г/мл, что соответствует концентрации, согласно рекомендациям, 10000 мг/л. Сульфатная коррозия осуществлялась в растворе сульфата натрия плотностью 1,127 г/мл и концентрацией 153,2 г/мл, что соответствует содержанию SO₄²⁻ в растворе сульфата натрия – 34 г/л.

Исследования коррозионной стойкости бетонов производилось по методике НИИЖБ [21] на образцах-балочках 4×4×16 см в растворах хлорида магния (магниевая коррозия), сульфата натрия (сульфатная коррозия) и соляной кислоты (кислотная коррозия). При определении коррозионной стойкости контрольные образцы после твердения помещались на решетчатый поддон таким образом, чтобы они со всех сторон контактировали с раствором. Расстояние между образцами составляло 5 см. Агрессивная жидкость менялась раз в три недели. Эталонные образцы погружались в емкость с дистиллированной водой, которая также менялась раз в две недели. По истечении двух лет образцы были испытаны на прочность при сжатии и при изгибе.

Коэффициент коррозионной стойкости бетона ($k_{к.с.} \geq 0,85$) рассчитывается как отношение предела прочности при сжатии (растяжение при изгибе) образцов, хранившихся в агрессивной среде, к прочности образцов, хранившихся в неагрессивной среде. Приведенная глубина разрушения бетона при испытании образцов на сжатие рассчитывается по формуле

$$\delta T = 0,5 \cdot a \cdot [1 - (P_k/P_n)^{1/2}], \quad (1)$$

а при испытании на растяжение при изгибе по формуле

$$\delta T = 0,5 \cdot a \cdot [1 - (P_k/P_n)^{1/3}], \quad (2)$$

где a – размер сечения образца, см²; P_k – разрушающая нагрузка для прокорродированного образца, МПа; P_n – разрушающая нагрузка для параллельного образца, хранившегося в воде, МПа.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Номинальные составы бетонов, свойства бетонных смесей и бетонов приведены в таблице 2. Установлено, что предел прочности при сжатии бетона на основе щелочеактивированного молотого шлака после твердения в условиях пропаривания (состав № 1) практически в два раза выше в сравнении с составом № 4 на основе активированной золы. Автоклавная обработка обеспечивает более высокие прочностные показатели бетонов, при этом составы на основе шлака имеют показатель выше в сравнении с составами на основе золы на 51,7 % и 38,2 % (соответственно на

Таблица 2.

Номинальные составы бетонов, свойства бетонных смесей и бетонов

№ п/п	Расчетный расход, кг/м ³						Р-ор NaOH, л/кг	$\rho_{б.см.}$, кг/м ³	ОК, см	ТО	R _{сж} , МПа
	МШ	З	КЗ 5-10 мм		МЗ 0,16-5 мм						
			ЩГ	ЩШ	ПК	ПШ					
1	550	-	1100	-	550	-	200	2360	4	П	22,5
2	550	-	1100	-	550	-	200	2360	4	А	38,4
3	550	-	-	1100	-	550	200	2350	3	А	33,4
4	-	550	1100	-	550	-	200	2345	3	П	11,6
5	-	550	1100	-	550	-	200	2340	3	А	25,3
6	-	550	-	1100	-	550	200	2348	2	А	24,2

основе гранитного щебня и шлакового щебня). Следует также отметить, что показатель подвижности по осадке конуса бетонных смесей на основе молотого шлака также выше в сравнении с составами на основе золы, несмотря на то, что ее частицы представлены преимущественно остеклованными сфероидами. Тем не менее, высокие показатели потерь при прокаливании ухудшают удобоукладываемость смесей.

Расчет коэффициента коррозионной стойкости $k_{к.с.}$ и приведенной глубины разрушения δT после выдержки образцов щелочеактивированного бетона в агрессивных растворах по результатам испытаний прочностных характеристик (рис. 2) представлены в таблице 3. Результаты свидетельствуют, что все составы бетона выдержали испытания в растворе сульфата натрия (моделирование сульфатной коррозии) – изменение предела прочности при сжатии и при изгибе не превышает 15 %.

Повышенная стойкость к сульфатной коррозии геополимерных материалов обусловлена тем, что в

продуктах их твердения нет высокоосновных гидроалюминатов кальция, вызывающих сульфатную коррозию цементов [17]. В то же время, стойкостью к магниезальной коррозии обладают только составы бетона, полученные на основе щелочеактивированного шлака при твердении материала в условиях автоклавной обработки (составы №№ 2, 3), а воздействие соляной кислоты выдержал только состав № 2. Очевидно, с одной стороны, молотый шлак проявляет большую реакционную способность в сравнении с золой за счет повышенного содержания аморфной фазы, с другой стороны, только в условиях автоклавирования формируется наиболее упорядоченная, хорошо закристаллизованная структура бетона, обеспечивающая его повышенную коррозионную стойкость.

Внешний вид поверхности и поперечного сечения образцов бетона составов №№ 2 и 3 показывает также отсутствие каких-либо визуальных разрушений (рис. 3).

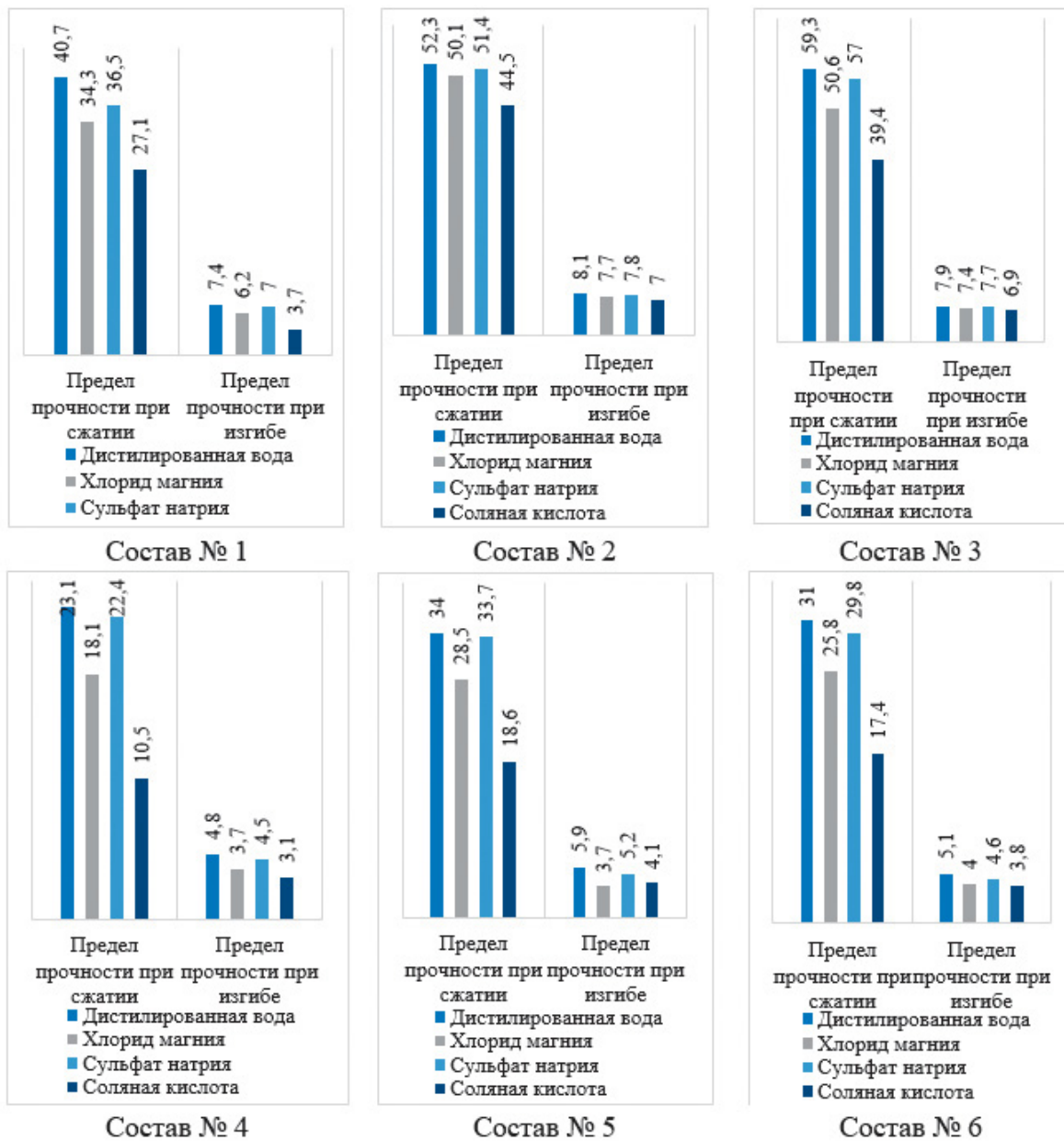


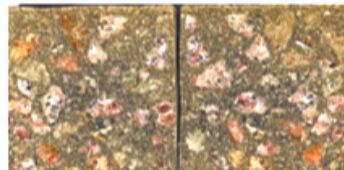
Рис. 2. Предел прочности при сжатии и изгибе образцов щелочеактивированного бетона после выдержки в дистиллированной воде и агрессивной среде

Таблица 3.

Глубина разрушения и коэффициент коррозионной стойкости щелочеактивированных бетонов

Показатель	Состав бетона, №					
	1	2	3	4	5	6
	Выдерживание в растворе					
	хлорида магния					
$k_{к.с.}(R_{изг})$	0,84	0,95	0,94	0,77	0,78	0,78
$k_{к.с.}(R_{сж})$	0,84	0,96	0,85	0,78	0,84	0,83
$\delta_T(R_{изг})$	0,45	0,13	0,17	0,66	0,63	0,62
$\delta_T(R_{сж})$	0,66	0,17	0,61	0,92	0,66	0,70
	сульфата натрия					
$k_{к.с.}(R_{изг})$	0,95	0,96	0,97	0,94	0,88	0,90
$k_{к.с.}(R_{сж})$	0,89	0,98	0,96	0,97	0,99	0,96
$\delta_T(R_{изг})$	0,15	0,09	0,07	0,17	0,33	0,27
$\delta_T(R_{сж})$	0,42	0,07	0,16	0,12	0,04	0,16
	соляной кислоты					
$k_{к.с.}(R_{изг})$	0,50	0,86	0,87	0,65	0,69	0,75
$k_{к.с.}(R_{сж})$	0,67	0,85	0,66	0,45	0,55	0,56
$\delta_T(R_{изг})$	1,64	0,38	0,36	1,07	0,91	0,74
$\delta_T(R_{сж})$	1,47	0,62	1,48	2,62	2,09	2,00

Образцы бетона состава №2



Образцы бетона состава №3

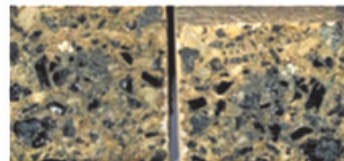
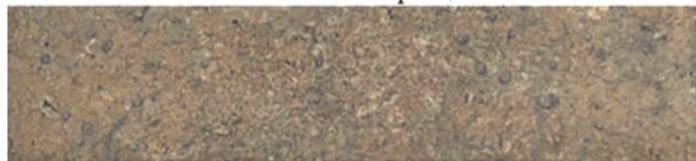


Рис. 3. Поверхность и поперечное сечение образцов бетона после выдержки в растворе соляной кислоты в течение двух лет

ВЫВОДЫ

В ходе выполнения экспериментальных исследований установлено:

1. По данным химического анализа шлаковая составляющая характеризуется большим содержанием глинозема и практически полным отсутствием несгоревшего углерода в сравнении с зольной составляющей золошлаковой смеси. Кроме того, при соизмеримом содержании оксидов железа в шлаке более половины их присутствуют в виде двухвалентного железа. Рентгенограммы шлака и золы свидетельствуют о том, что шлаковая составляющая практически полностью аморфизирована. Напротив, в золе присутствует значительное количество кристаллических фаз – высокотемпературный (α -SiO₂) и низкотемпературный кварц (β -SiO₂), муллит (3Al₂O₃·SiO₂), α -гематит (α -Fe₂O₃), β -гидрогематит. Причем глинозем в ней находится в виде кристаллического муллита.

2. Предел прочности при сжатии бетона на основе щелочеактивированного молотого шлака после твердения в условиях пропаривания практически в два раза выше в сравнении с составом на основе золы. Автоклавная обработка обеспечивает более высокие прочностные показатели бетонов, при этом составы на основе шлака имеют показатель выше в сравнении с составами на основе золы на 51,7 % и 38,2 % (соответственно на основе гранитного щебня и шлакового щебня).

3. Результаты свидетельствуют, что все составы бетона выдержали испытания в растворе сульфата натрия – изменение предела прочности при сжатии и при изгибе не превышает 15 %. В то же время, стойкостью к магниезальной и кислотной коррозии обладают только составы бетона, полученные на основе щелочеактивированного молотого шлака ТЭС при твердении материала в условиях автоклавной обработки.

Список литературы

1. Белякова, В. С. Практическое применение зол ТЭЦ в промышленности строительных материалов / В. С. Белякова, В. С. Демьянова. — Текст : электронный // Вестник магистратуры. — 2014. — № 9(36). — URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=wykonb> (дата обращения: 02.09.2023). — Режим доступа : Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.
2. Худякова, Л. И. Использование золошлаковых отходов тепловых электростанций / Л. И. Худякова, А. В. Залуцкий, П. Л. Палеев. — Текст : непосредственный // XXI век. Техносферная безопасность. — 2019. — № 3(15). — <https://doi.org/10.21285/2500-1582-2019-3-375-391>.
3. Самойлова, Е. Э. Выбор оптимальных направлений использования золошлаковых отходов / Е. Э. Самойлова, Е. Д. Гатина, О. В. Самойлова. — Текст : непосредственный // Строитель Донбасса. — 2022. — Выпуск 4-2022. — С. 4-8. — ISSN 2617-1848.
4. Estimation of fly ash reactivity for use in alkali-activated cements — A step towards sustainable building material and waste utilization / J. Shekhovtsova, I. Zhernovsky, M. Kovtun [et al.] // *Journal of Cleaner Production*. — 2018. — Volume 178. — 22e33. — <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.270>.
5. Буравчук, Н. И. Влияние техногенного сырья на свойства бетонов / Н. И. Буравчук, О. В. Гурьянова // *Инноватика и экспертиза : научные труды*. — 2018. — № 2(23). — С. 159-172. — Текст : непосредственный.
6. Антонова, О. С. Оценка возможности использования золошлаковых отходов топливно-энергетического комплекса для синтеза безобжиговых композиционных материалов строительного назначения / О. С. Антонова, Н. Н. Клименко, Л. М. Делицын // *Успехи в химии и химической технологии*. — 2018. — Том 32, № 2(198). — С. 31-33. — EDN : YOHLVD. — Текст : непосредственный.
7. Shi, C. Recent progress in low-carbon binders // C. Shi, B. Qu, J. L. Provis // *Cement and Concrete Research*. — 2019. — Volume 122. — P. 227-250. — <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2019.05.009>.
8. Ерошкина, Н. А. Перспективы применения геополлимерных бетонов в качестве коррозионностойкой альтернативы портландцементного бетона / Н. А. Ерошкина, М. О. Коровкин, И. Ю. Лавров // [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-primeneniya-geopolimernyh-betonov-v-kachestve-korrozionnostoykoj-alternativy-porlandtsementnogo-betona/viewer> (дата обращения: 15.09.2024).
9. Davidovith, J. Geopolymers: inorganic polymeric new materials / J. Davidovith. — Text : direct // *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. — 1991. — No. 37(8). — P. 1633-1656. — DOI: 10.1007/BF01912193.
10. Davidovith, J. Geopolymers chemistry and properties / J. Davidovith. — Text : direct // *First European Conference on Soft Mineralurge «Geopolymers-88» : conference proceedings (Compiègne, 1-3 June 1988)*. — Saint-Quentin : Institut Géopolymère, 1988. — P. 25-48.
11. Fly ash-based geopolymers: The relationship between composition, pore structure and efflorescence / Z. Zhang, J. L. Provis, A. Reid, H. Wang // *Cement and Concrete Research*. — 2014. — Volume 64. — P. 30-41. — <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2014.06.004>.
12. Herrmann, A. Structural concrete based on alkali-activated binders: Terminology, reaction mechanisms, mix designs and performance / A. Herrmann, A. Koenig, F. Dehn // *Structural Concrete*. — November 2017. — P. 1-12. — DOI: 10.1002/suco.201700016.
13. Provis, J. L. Alkali-activated materials / J. L. Provis. — Text : direct // *Cement and Concrete Research*. — 2018. — Volume 114. — P. 40-48. — DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2017.02.009>.
14. The European research project GEOASH: geopolymer cement based on European coal fly ashes / J. Davidovits, M. Izquierdo, X. Querol [et al.] // *Geopolymer Institute Library*. — 2014. — Technical Paper #22. — www.geopolymer.org.
15. Структурообразование в щелочеактивированных алюмосиликатных вяжущих системах с использованием природного сырья различной кристалличности / Н. И. Кожухова, В. В. Строчкова, М. И. Кожухова, И. В. Жерновский. — Текст : непосредственный // *Строительные материалы и изделия*. — 2018. — Том 1, № 4. — С. 38-43.
16. Bakharev, T. Resistance of geopolymer materials to acid attack / T. Bakharev // *Cement and Concrete Research*. — 2005. — Volume 35(4). — P. 658-670. — DOI: 10.1016/j.cemconres.2004.06.005.
17. Голосова, А. Н. Влияние вида щелочного активатора на структуру и механические свойства композиций на основе отходов ТЭК / А. Н. Голосова, Н. Н. Клименко, Л. М. Делицын // *Успехи в химии и химической технологии*. — 2019. — Том 66, № 4. — С. 51-53.
18. Ерошкина, Н. А. Химическая коррозия геополлимерных строительных материалов / Н. А. Ерошкина, М. О. Коровкин, М. Ф. Теплова // *Современные научные исследования и инновации*. — 2015. — № 3, Ч. 2 [Электронный ресурс]. — URL: <https://web.snauka.ru/issues/2015/03/51026> (дата обращения: 14.03.2024).
19. Роусон, Г. Неорганические стеклообразующие системы / Г. Роусон ; перевод с английского Немилова С. В. и Виноградовой Г. З. — Москва : Мир, 1970. — 312 с. — Текст : непосредственный.
20. Букина, Д. Ю. Щелочные вяжущие и бетоны на основе зол и шлаков ТЭС / Д. Ю. Букина, Н. М. Зайченко // *Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры*. — 2023. — № 1(159). — С. 89-97. — EDN ALPSCA.
21. Рекомендации по методам определения коррозионной стойкости бетонов / НИИЖБ Госстроя СССР. — Москва : НИИЖБ Госстроя СССР, 1988. — 24 с. — Текст : непосредственный.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Зайченко Николай Михайлович – доктор технических наук, профессор кафедры технологий строительных конструкций, изделий и материалов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: высокопрочные и особо высокопрочные бетоны на основе модифицированных дисперсных компонентов бетона, щелочеактивированные вяжущие и бетоны.

Букина Дарья Юрьевна – инженер отдела сопровождения и мониторинга научной деятельности научно-исследовательской части, ассистент кафедры технологий строительных конструкций, изделий и материалов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: щелочеактивированные вяжущие и бетоны.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Zaichenko Nikolay M. - D. Sc. (Eng.), Professor, Department of Construction Technologies of Structural Elements, Products and Materials, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia. Scientific interests: High-strength and ultra-high-strength concretes based on modified dispersed concrete components, alkali-activated binders and concretes.

Bukina Darya Y. – Engineer, Department of Scientific Research and Monitoring of Scientific Activities, Assistant, Department of Construction Technologies of Structural Elements, Products and Materials, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia. Scientific interests: alkali-activated binders and concretes.

*Статья поступила в редакцию 06.11.2024; одобрена после рецензирования 15.11.2024; принята к публикации 22.11.2024.
The article was submitted 06.11.2024; approved after reviewing 15.11.2024; accepted for publication 22.11.2024.*

Строитель Донбасса. 2024. Выпуск 4-2024. С. 45 -51. ISSN 2617-1848 (print)

The Builder of Donbass. 2024. Issue 4-2024. P. 45 -51. ISSN 2617-1848 (print)

Научная статья

УДК 621.791:378.1(477.61/62)

doi: 10.71536/sd.2024.4c29.6

ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРОВ-СВАРЩИКОВ В ДОНБАССЕ

Валерий Васильевич Чигарев¹; Александр Григорьевич Белик²; Денис Александрович Зареченский³; Наталья Александровна Пестунова⁴

^{1,3,4}Приазовский государственный технический университет, ДНР, Мариуполь, Россия

²Администрация Бердянского городского округа, Запорожская область, Бердянск, Россия

¹chigarev1942@mail.ru, ³belickag@mail.ru, ²zarechenskiyda@mail.ru, ⁴natalwashka@gmail.com

Аннотация: Приведена историческая справка о создании и становлении, развитии сварочной инженерной школы в городе Мариуполь. Приведены биографические данные организаторов и первых выпускников сварочной специальности Приазовского государственного технического университета, по которой было начато обучение в 1944 году. Показан высокий уровень их квалификации, способствовавший популяризации и развитию сварочных технологий на промышленных предприятиях города и страны. В хронологической последовательности изложена история создания кафедр «Оборудование и технология сварочного производства» и «Металлургия и технология сварочного производства», которые стали основой становления сварочных научных школ университета. Активная научная работа сотрудников и выпускников кафедр способствовала созданию на базе университета специализированного совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук и доктора технических наук по направлению «Сварка и родственные процессы и технологии». Показаны современные перспективы сварочных кафедр в научно-исследовательской деятельности по приоритетным направлениям развития Российской Федерации.

Ключевые слова: университет, факультет, сварочная специальность, инженер-сварщик

Original article

TRAINING OF WELDING ENGINEERS IN DONBASS

Valery V. Chigarev¹; Alexander G. Belik²; Denis A. Zarechensky³; Natalia A. Pestunova⁴

^{1,3,4}Priazovskiy State Technical University, DPR, Mariupol, Russia

²Administration of the Berdyansk urban district, Zaporozhye region, Berdyansk, Russia

¹chigarev1942@mail.ru, ²zarechenskiyda@mail.ru, ³belickag@mail.ru, ⁴natalwashka@gmail.com

Abstract. This article provides historical information about the creation and development of the welding engineering school in Mariupol. The article provides biographical information about the organizers and first graduates of the welding specialty of the Priazovskiy State Technical University, which began training in 1944. It shows their high level of qualification, which contributed to the popularization and development of welding technologies at industrial enterprises of the city and the country. The history of the creation of the departments of “Equipment and Technology of Welding Production” and “Metallurgy and Technology of Welding Production”, which became the basis for the formation of the university’s welding scientific schools, is presented in chronological order. Active scientific work of the departments’ employees and graduates contributed to the creation of a specialized council for the defense of dissertations for the degree of candidate of technical sciences and doctor of technical sciences in the way of “Welding and related processes and technologies” at the university. The article shows the modern prospects of welding departments in research activities in priority areas of development of the Russian Federation.

Keywords: university, faculty, welding specialty, welding engineer



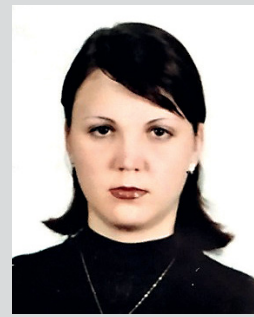
Чигарев
Валерий Васильевич



Белик
Александр Григорьевич



Зареченский
Денис Александрович



Пестунова
Наталья Александровна

ВВЕДЕНИЕ

Подготовка инженерных кадров в Приазовском государственном техническом университете (ПГТУ) была обусловлена работой металлургических заводов в городе, построенных иностранцами, которые после революции 1917 г. и гражданской войны уехали из России. Поэтому в тридцатых годах XX столетия в городе была организована подготовка специалистов только по остродефицитным (так записывали в документ об окончании учебы) металлургическим специальностям на базе вечернего рабочего техникума металлургического завода им. Ильича, который затем был реорганизован в Мариупольский вечерний металлургический институт (МВМИ). До 1941 года завод и институт находились в подчинении ведомства судостроительной промышленности, а после войны его перевели в ведомство народного комиссариата танковой промышленности (НКТП) Союза Советских Социалистических Республик (СССР), ведя подготовку инженерных кадров для металлургических заводов города [1, 2].

Подготовка инженеров сварочного производства началась после освобождения города от немецко-фашистских захватчиков 10 сентября 1943 г. Нарком НКТП Малышев В. А. приказом обязал директора завода им. Ильича и директора института Смирнова Т. М. открыть подготовку инженеров по трем специальностям: литейное производство, сварочное производство и технология машиностроения, что послужило основанием для открытия второго факультета — механико-технологического, деканом которого стал кандидат технических наук Зубченко В. Д., прибывший на работу в институт после войны.

ПЕРВЫЕ ИНЖЕНРЫ СВАРЩИКИ

Организация набора студентов на сварочную специальность была поручена старшему преподавателю Шадрину А. И., который с 01.07.46 г. был назначен временно исполняющим обязанности заведующего кафедрой сварочного производства. Шадрин А. И. окончил Ленинградский индустриальный политехникум, затем в течение двух лет занимал инженерно-технические должности, что позволило ему экстерном получить диплом в электротехническом институте. Он работал в Главморпроме, руководил

сектором сварочных работ на судостроительных заводах, был начальником цеха, главным механиком [3].

Формирование группы для обучения по сварочной специальности проводилось путем зачисления бывших студентов разных специальностей института и других ВУЗов, желающих учиться по новому направлению. Проведенная организационная работа позволила сформировать первую группу студентов по сварочной специальности, среди которых были Фильчаков А. А., Роговин Д. А., Коротков К. И., Грищенко Ю. М., Антоненко Д. П. Каждый из них до поступления на учебу имел свой жизненный путь.

Фильчаков А. А. в 1939 году учился в Николаевском кораблестроительном институте, но затем был переведен в Мариупольский металлургический институт. В связи с оккупацией города немцами обучение было прервано, и он работал в коксохимическом заводе до освобождения города Советской Армией. При восстановлении в число студентов в феврале 1944 года, он просил восстановить его на предыдущую специальность, но ему была предложена вновь открытая специальность «Сварочное производство» и он согласился [4].

Роговин Д. А. родился в г. Сталинграде (ныне Волгоград) в 1921 году, после окончания средней школы в 1939 году поступил в Сталинградский механический институт на механико-технологический факультет. Но Великая Отечественная война прервала его учение. Отец Роговин Д. А. был юристом на заводе «Красный октябрь» в г. Сталинграде, в 1938 году он был арестован. Затем, при зачислении Д. А. Роговина в число студентов, его документы проверялись в городском отделе Наркомата государственной безопасности (НКГБ). О дальнейшей судьбе отца он не знал. Мать умерла в 1937 году. Несмотря на свое одиночество, он успешно закончил обучение в школе, поступил в институт. Когда началась война, Роговин Д. А. со студентами в августе 1941 г. участвовал в построении оборонительных линий вокруг города Сталинграда. В конце августа 1941 г. немцы внезапно ворвались в их расположение, и студенты были взяты в плен. В плену они были направлены на работу по ремонту железной дороги. Роговину Д. А. со своим товарищем-студентом удалось скрыться из плена. Выдавая себя за эвакуированных жителей г. Сталинграда, они 4 октября 1941 прибыли в г. Мариуполь. 9 октября Роговин Д. А. поступил работать на завод слесарем в отдел главного металлурга до возобновления обучения в институте [5].

Коротков К. И. прошел свой путь, чтобы стать студентом-сварщиком Мариупольского металлургического института. В 1936 году он окончил среднюю школу, поступил на химический факультет Ленинградского университета, затем перешел в институт механизации сельского хозяйства, а в 1940 году перешел во вновь организованный авиационный институт. В начале войны добровольно ушел в армию, в 1942 году был ранен. С фронта его эвакуировали на Кавказ. Был в оккупации в г. Кисловодске, откуда вернулся в г. Мариуполь. До поступления на учебу в институт работал в заводе «Азовсталь» начальником механического цеха, а затем конструктором отдела главного механика [6].

Грищенко Ю. М. родился в 1920 году в деревне Ивоница Киевской области. Когда умер отец, он с мамой приехал в Мариуполь, где в то время на заводе им. Ильича работал брат. После окончания учебы в школе в 1939 году поступил на обучение в ММИ. Война застала Грищенко Ю. М. на 3 курсе обучения. Во время оккупации города он работал на заводе им. Ильича до конца 1942 года, но по состоянию здоровья был уволен. Когда в Мариуполь вошли советские войска, Грищенко Ю. М. был мобилизован в армию, но, как нестроевой, его уволили из армии и направили на работу на завод в г. Сталино (Донецк), где он подал заявление с просьбой разрешить ему продолжить обучение в институте, и его просьбу удовлетворили. Затем 26 мая 1944 г. он подал заявление в Мариупольский металлургический институт с просьбой восстановить его в число студентов [7].

Антонец Д. П. родился 12 ноября 1918 года. В 1934 году он окончил обучение в семилетней школе и поступил на обучение в фабрично-заводское училище при заводе им. Ильича, где получил специальность токаря и работал в механическом цехе и одновременно учился в вечерней средней школе, которую окончил в 1938 году. В этом же году он поступил в Таганрогский институт механизации, а в 1940 году оформился на обучение в Мариупольский металлургический институт. Во время оккупации города работал на заводе рабочим, а 10 сентября 1943 добровольно ушел в армию, где служил до демобилизации. Подал заявление о восстановлении на обучение на специальность «Сварочное производство» и 21 ноября 1945 года его зачислили после досдачи курса «Обработка металла давлением» [8].

Так была сформирована первая группа сварщиков в составе пяти человек. Первая защита дипломных проектов по специальности «Сварочное производство» состоялась 14 июля 1947 года. Главой Государственной экзаменационной комиссии был директор завода им. Ильича Гармашев А. Ф., членами комиссии были преподаватели разных кафедр: доценты, кандидаты технических наук Волков В. В., Казанцев И. Г., Скобло С. Я., Зубченко В. Д., Старченко Д. И. Экзаменационная комиссия была одна на все специальности института и работала в летний и зимний периоды с 9.00 до 21.00 [9]. Выпускники после защиты квалифицированной работы получали удостоверение, в котором указывалась тема дипломного проекта, номер протокола и дата защиты. Позже удостоверение обменивали на диплом. Выпускнику при-

сваивалась квалификация инженера-механика по специальности «Сварочное производство». При получении диплома вручали академический нагрудной знак. Удостоверения подписывали директор института и секретарь. О первых выпускниках сварочной специальности была опубликована статья в журнале «Автоматическая сварка» № 11, 1947 г. Получив удостоверение об окончании обучения в институте, каждый из выпускников был направлен на работу [9]. В 1948 году выпуска инженеров по сварочной специальности не было, а в 1949 году 7 человек получили удостоверение инженера-механика по сварке.

По-разному сложилась судьба первых выпускников сварочной специальности. Роговин Д. А. был направлен на работу в Беларусь, город Могилев, на завод «Подъемно-транспортного оборудования им. С. М. Кирова», выпускавший мостовые краны. За 10 лет работы на заводе Роговин Д. А. прошел путь от мастера до главного инженера завода. В 1964 году Роговин Д. А. был приглашен на работу заведующим кафедрой «Оборудование и технология сварочного производства» Могилевского машиностроительного института (Белорусско-Российский университет) и проработал в этой должности до 1974 года. В 1968 году Роговин Д. А. в институте электросварки им. Е. О. Патона защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по контактной точечной сварке металлоконструкций мостовых кранов. За время работы заведующим кафедрой под руководством Роговина Д. А. защитили диссертации и стали кандидатами технических наук 8 сотрудников, вырос ежегодный набор студентов на сварочную специальность. Его творческое наследие составляет 100 научных статей. С 1975 по 1993 годы Роговин Д. А. работал доцентом кафедры. Умер в 1994 году.

Дмитрий Петрович Антонец начал свою трудовую деятельность на предприятии «Мариупольский машиностроительный и металлургический завод им. Ильича» Министерства транспортного машиностроения СССР в должности инженера. С 1945 года завод выпускал железнодорожные цистерны и другую технику, где широко применялись сварочные процессы. В 1949 г. Антонец Д. П. был назначен начальником сварочной лаборатории, а в 1952 году возглавил бюро сварки. В 1956 году он поступил в заочную аспирантуру при институте электросварки им. Е. О. Патона. После организации в 1958 году Ждановского завода тяжелого машиностроения (ЖЗТМ, путем разделения завода им. Ильича), Антонец Д. П. возглавил отдел сварки, а в 1959 году был назначен главным сварщиком завода. 22 апреля 1966 г. в ученом совете института электросварки им. Е. О. Патона, Антонец Д. П. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук. Высшая аттестационная комиссия (ВАК) г. Москвы утвердила решение совета 22 октября 1966 г. По личному заявлению Д. П. Антонца 08.06.1969 он был принят на работу в должности старшего преподавателя на кафедру «Оборудование и технология сварочного производства» Ждановского металлургического института, а 20 октября 1969 был избран по конкурсу доцентом на этой кафедре. Диплом доцента получил 16 декабря 1971 г. Позже Антонец Д. П. был избран

первым деканом вновь организованного сварочного факультета, а в дальнейшем работал заведующим кафедрой «Металлургия и технология сварочного производства». Умер 2 сентября 1992 года.

Александр Антонович Фильчаков после окончания института был направлен на работу в Днепропетровский завод вагоностроительный завод. Проработал три месяца технологом в сборочном цехе, его затем назначили начальником электродного цеха. В 1949 году Фильчаков А. А. вернулся в г. Мариуполь и был принят на работу в завод им. Ильича в планово-диспетчерское бюро, а затем становится начальником электродного цеха. Совместно с ИЭС им. Э. О. Патона внедрял передовые технологии сварки при производстве различных металлоконструкций: цистерн, труб и других изделий, осваивал новые марки электродов. Увлечение научно-исследовательской работой явилось причиной прихода Фильчакова А. А. (в 1960 году) в металлургический институт доцентом кафедры «Оборудование и технология сварочного производства». Но в 1962 году он снова вернулся на Ждановский завод тяжелого машиностроения заместителем начальника по производству электро-гальванического цеха. В конце 1962 г. Фильчаков А. А. назначается заместителем главного сварщика завода, позже работает заместителем начальника центральной лаборатории сварочного производства (ЦЛСП). В 1968 году Фильчаков А. А. возвращается в металлургический институт и работает доцентом кафедры «Оборудование и технология сварочного производства», где проработал до выхода на пенсию в 1988 году. Стремление познать новое, внедрить его в производство, умение научить специалиста прогрессивным методам работы всегда отличало А. А. Фильчакова. Свой опыт, умение, знание он стремился передать студентам. Он автор многих изобретений и научных статей. Будучи на пенсии, Фильчаков А. А. не прерывал связь с заводом, университетом, продолжал научные исследования. Все знали его как технически грамотного специалиста, который может оказать помощь в вопросах подготовки инженерных кадров, организации и проведении научных исследований. Ушел из жизни Фильчаков А. А. 13 июня 2007 г.

Грищенко Юрий Михайлович после окончания института начал свою трудовую деятельность в заводе им. Ильича, где работал в отделе главного технолога инженером-сварщиком. В 1958 году перешел на работу в должность начальника бюро по изделиям вагоностроения в вновь организованном отделе главного технолога «Ждановского завода тяжелого машиностроения» (после «Азовмаш»). В 1960 году Грищенко Ю. М. переводится в отдел главного сварщика на должность начальника бюро по сварке серийных и специальных цистерн. При его участии внедряется двухдуговая автоматическая сварка обечайки котлов, разрабатывается технология сварки нержавеющей сталей и алюминия под слоем флюса. В 1971 году на заводе создается отдел главного технолога вагоностроения, в который Грищенко Ю. М. переводится начальником бюро, позже, после ухода на пенсию, он продолжал работать ведущим специалистом в этом отделе.

Коротков Константин Иосифович после окончания учебы в институте работал старшим технологом, начальником электродной лаборатории, заместителем начальника цеха сборки и сварки металлоконструкций в Ждановском заводе металлоконструкций и по совместительству преподавателем в металлургическом техникуме. В 1955 году перешел на работу в Ждановский металлургический институт, работал ассистентом, старшим преподавателем кафедры «Оборудование и технология сварочного производства». В 1967 году Коротков К. И. уволился в связи с отъездом в г. Москву для работы в научно-исследовательском институте «Стальконструкция».

Подготовка инженеров сварочной специальности проводилась по единому плану, предусматривающему обучение 4 года 10 месяцев. В планах предусматривались практики: ознакомительная (1 месяц), технологическая (2 месяца), специальная (2 месяца), преддипломная и дипломная – (6 месяцев). Студенты направлялись на предприятия для прохождения практик. На заводе «Азовмаш» города Мариуполь во время ознакомительной практики на учебной базе велась подготовка рабочей профессии с выдачей специального удостоверения сварщика 4 разряда. Получение удостоверения давало право во время прохождения других практик работать в цехах, заменять основных рабочих. Зарплату студенты получали как основные работники. Учебно-методические рекомендации по практике выполнялись под руководством специально выделенного технолога цеха и руководителя от кафедры. Выполненная работа, как правило, в дальнейшем являлась темой дипломного проекта. В подготовке инженеров-сварщиков активное участие принимал учебно-вспомогательный персонал кафедры. Готовилось проведение лабораторных работ, практических занятий, выполнение научной студенческой работы. Обеспечивалась работоспособность оборудования, приборов, позже учебные мастера участвовали в проведении учебных практических занятий.

Так велась подготовка инженеров-сварщиков до распада СССР. После 1991 года, когда Украина стала самостоятельным государством, подготовка инженерных кадров проводилась под руководством министерства образования и науки Украины.

РАЗВИТИЕ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Назначенный приказом наркома танковой промышленности исполняющий обязанности директора Смирнов Т. М. для подготовки специалистов сварочного производства пригласил на заведование кафедрой Елистратова Петра Савельевича, работавшего в Бежицком машиностроительном институте. Его выбор на должность заведующего кафедрой не был случайным [10]: Елистратов П. С. 26 июня 1939 г. в Киевском индустриальном институте защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук и в этом же году был утвержден в ученое звание доцента по кафедре «Технология сварки». В 1946 году был избран исполняющим обя-

занности заведующего кафедрой «Сварочное производство» Мариупольского металлургического института (оформлен приказом по институту 5 ноября 1946 г.), а в 1948 году утвержден заведующим в г. Москве [11, 12].

Елистратов П. С. необходимо было организовать подготовку специалистов по сварочному производству, для чего в институте была сформирована сварочная лаборатория, студенты выезжали на практику в другие города. Ежегодно руководство института обращалось с просьбой о новых базах практик в Главком управления учебными заведениями в г. Москве, которое давало разрешение на проведение производственных практик в разных городах Советского Союза. В процессе обучения студенты-сварщики изучали дисциплины: сварочное дело, теория сварочных процессов, сварные металлические конструкции, дуговая сварка, ручная и автоматическая, контактная сварка, электросварочные машины, газовая сварка, контроль качества сварочных работ. Всего, согласно выписке из зачетной ведомости и учебного плана на сварочную специальность, было предусмотрено 40 дисциплин с учетом производственных практик.

Из-за отсутствия помещений, готовности учебной базы, занятия в институте начались 2 февраля 1944 года. Набор студентов на сварочную специальность производился на все курсы, но в первый год учебы укомплектовать третий курс не удалось, хотя в число студентов принимали и зачисляли бывших студентов разных специальностей, но их было мало, школы не работали. Это было еще военное время, многие воевали. Преподавателей по специальности не было, поэтому искали выход из создававшихся условий.

Сварочные дисциплины преподавали: Волошкевич Г. С. – сотрудник института электросварки им. Е.О. Патона, автор монографии по электрошлаковой сварке, который вел научно-исследовательскую работу в заводе им. Ильича и совмещал преподавание в институте (преподавал дуговую автоматическую сварку); Шадрин А. И. преподавал контроль качества сварочных работ, контактную сварку, основы проектирования сварочных цехов, дуговую сварку, курсовое проектирование, теорию сварочных процессов. Учебный план по подготовке инженеров сварочной специальности выполнялся. Для его выполнения привлекали преподавателей из других организаций [13].

В 1950 году Елистратов П. С. организовал подготовку по новой специальности «Металлургия и технология сварочного производства» (ММС), прекратив обучение по специальности «Оборудование и технология сварочного производства». Эта специальность впервые в Советском Союзе была организована в Московском авиационно-технологическом институте (МАТИ) в 1943 году [11]. Первым выпускником, получившим квалификацию инженера-металлурга по сварочному производству, стал Гуревич Л. И., защитивший дипломный проект по теме «Проектирование цеха по изготовлению паровых котлов серии «СО» с годовой программой 3 000 штук в условиях Ворошиловградского паровозостроительного завода». После окончания учебы Гуревич Л. И. был направлен на ра-

боту в Иркутский завод тяжелого машиностроения, где продолжительное время работал главным сварщиком, а затем заведовал кафедрой в Иркутском институте железнодорожного транспорта. Гуревич Л. И. поддерживал связь с университетом. Проводились совместные научно-исследовательские работы по восстановлению и упрочнению деталей и изделий завода «Иркутсктяжмаш».

За период 1950-1957 годы было подготовлено 222 инженера-металлурга по сварочному производству. В июле 1952 года Елистратов П. С. написал заявление об уходе из института в связи с избранием его доцентом кафедры «Оборудование и технология сварочного производства» Бежицкого (Брянского) института транспортного машиностроения. Его просьба была удовлетворена. С 1 августа 1952 г. Елистратов П. С. приступил к работе на новом месте. Позже, в 1952 году, П. С. Елистратов работал доцентом кафедры «Технология металлов» Могилевского машиностроительного института (ныне Белорусско-Российский университет). В 1963 году был избран заведующим кафедрой «Оборудование и разработка сварочного производства и электротехника», в 1964 году перешел на должность доцента. В этом же году переехал Елистратов П. С. в Минск, где работал доцентом Белорусского института механизации сельского хозяйства. П. С. Елистратов был одним из первых специалистов-сварщиков в СССР, который занимался исследованиями сварки чугуна. Им опубликованы две монографии «Металлургические основы сварки чугуна» в 1957 году и «Сварочные свойства чугуна» в 1959 году. Диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук он не оформлял [12].

В 1952 году подготовку инженеров-сварщиков возглавил кандидат технических наук, доцент Багрянский Константин Владимирович, который возобновил подготовку по специальности «Оборудование и технология сварочного производства». В университет Багрянский К. В. приехал после окончания аспирантуры и защиты диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук в Московском высшем техническом училище (МВТУ). С приходом на кафедру Багрянский К. В. продолжил формировать коллектив преподавателей. Из Ленинградского политехнического института в 1955 году приехала Добротина Зинаида Александровна, которой было поручено чтение курса «Теория сварочных процессов». На кафедре было сформировано научное направление по металлургии и металловедению процессов сварки и наплавки. Багрянским К. В. совместно с Добротиной З. А. и Хреновым К. К. был написан учебник «Теория сварочных процессов», по которому стали обучать студентов-сварщиков [14].

Много внимания Багрянский К. В. уделил развитию учебно-методической базы, организации различных научных направлений по наплавке износостойких сплавов с использованием керамических флюсов. Началась подготовка кадров высшей квалификации из числа сотрудников кафедры, расширялись научные связи с ведущими сварочными центрами. Начала активно работать на кафедре аспирантура. В 1972 году К. В. Багрянский защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора



*Рис. 1. Кафедра
«Металлургия и
технология сварочного
производства»*

технических наук и стал профессором кафедры «Оборудование и технология сварочного производства». Он стал первым в институте доктором технических наук по сварочной специальности.

По инициативе Багрянского К. В. в 1963 году возобновилась подготовка инженеров металлургов по специальности «Металлургия и технология сварочного производства» (ММС) (рис. 1). Набор на эту специальность был произведен в 1964 году в группу ММС-64-1 на технологическом факультете. Приказом Министра высшего, среднего и специального образования Украины № 180 от 09.04.68 г. кафедра «Оборудование и технология сварочного производства» была разделена на две кафедры. Приказом ректора института № 705 от 3 ноября 1968 года во исполнение приказа Минобразования было оформлено разделение и образованы кафедры «Оборудование и технология сварочного производства» и «Металлургия и технология сварочного производства». В 1970 году был организован сварочный факультет, который в 2016 году был реорганизован в факультет машиностроения и сварки.

Первым заведующим кафедрой «Металлургия и технология сварочного производства» стал квалифицированный инженер-металлург Лаврик Павел Федорович, выпускник института. В период с 1970 по 1990 годы набор на первый курс по специальности «Оборудование и технология сварочного производства» (МС), «Металлургия и технология сварочного производства» (ММС) составлял: на дневной форме обучения – 175 студентов, на вечерней форме обучения – 50 студентов, в филиале г. Таганрог – 25 студентов, на заочной форме обучения – 50 студентов. В каждой группе было по 25 студентов. Выпускники дневной формы обучения направлялись на работу в разные города Советского Союза, но большая часть оставалась работать в г. Мариуполе.

Бывший аспирант кафедры сварки Кассов Д. С. в 1960 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук. В 1964 г. Кассов Д. С. переехал на работу в г. Краматорск, где в Донбасской государственной машиностроительной академии организовал кафедру «Оборудование и технология сварочного производства».

Гедрович А. И. в 1969 г. был направлен в г. Луганск, где работал на кафедре сварки. Гедрович А. И. подготовил и защитил диссертации на соискание ученой степени кандидата и доктора технических наук, избирался заведующим кафедрой, деканом факультета.

После распада СССР Украина стала отдельным государством. Работа по подготовке инженеров по сварочной специальности продолжалась в ПГТУ на двух кафедрах. В период становления самостоятельного государства начались изменения в работе промышленных предприятий. Машиностроительный завод «Азовмаш» был реорганизован с образованием отдельных нескольких самостоятельных заводов. Такая реорганизация оказала влияние на организацию производственных практик. Сократилось число договоров на проведение научно-исследовательских работ. Усложнилась организация производственных практик на заводах.

С 1997 года кафедры сварки перешли на подготовку специалистов в соответствии с Болонской системой, начали подготовку отдельно бакалавров, магистров, специалистов. Резко сократился набор студентов для обучения по сварочным специальностям. Студентов сварочного направления, окончивших учебу в техникумах, колледжах, стали принимать на 2-3 курсы, при условии предварительного согласования планов, дополнительно проводимых досдач экзаменов и зачетов по отдельным учебным дисциплинам. Вся организационная работа по набору студентов направлялась на обеспечение контингента студентов согласно планам по набору их численности, началась подготовка на платное обучение, не стало направлений молодых специалистов на работу, так как предприятия в основном перешли в частную собственность, но выпускников трудоустроить обязывали.

Активная научная работа преподавателей университета, достаточный научный состав высшей квалификации стали основой для открытия в 1995 г. специализированного совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук. С 2005 года начались защиты диссертаций на соискание ученой степени доктора технических наук по направлению «Сварка и родственные процессы и

технологии». Позже при участии профессорско-преподавательского состава и выпускников аспирантуры и докторантуры университета в Донбасской Государственной Машиностроительной Академии (ДГМА) был открыт специализированный совет по защите кандидатских и докторских диссертаций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

После возобновления в 2022 году работы Приазовского государственного технического университета, приказом и.о. ректора № 81-05 от 24 марта 2024 г. определена структура, в которую входят четыре института, три факультета, в числе которых Факультет машиностроения и сварки (ФМС). Сварочные кафедры «Автоматизация и механизация сварочного производства» и «Металлургия и технология сварочного производства» входят в состав факультета ФМС [15]. В настоящее время в университете работают 9 докторов технических наук по специальности сварка и родственные технологии. Возобновлена научно-исследовательская и публикационная деятельность [16].

В 2024 году на кафедрах ФМС продолжена научная работа, с обеспечением финансирования по государственному заданию №FRRG-2024-0001 «Лаборатория машиностроительных и сварочных технологий». Решением ученого совета университета в июне 2024 года факультет машиностроения и сварки реформирован переводом кафедр в институт современных технологий с рекомендацией устройства учебно-вспомогательного персонала высвобожденных кафедральных лабораторий в инженерный центр коллективного пользования ВУЗа.

Сегодня продолжается ремонт аудиторий, их оформление, оснащение необходимым инвентарем, оборудованием, приборами.

Список литературы

1. Грушевский, Д. Н. Имени Ильича / Д. Н. Грушевский. – Донецк: Донбасс, – 1923 г. 192 с.
2. Архив ПГТУ. Годовой отчет о работе института за 1944-1945 гг.
3. Архив ПГТУ. Личное дело Шадрина, А. И.
4. Архив ПГТУ. Личное дело Фильчакова, А. А.
5. Архив ПГТУ. Личное дело Роговин, Д. А.
6. Архив ПГТУ. Личное дело Короткова, К. И.
7. Архив ПГТУ. Личное дело Грищенко, Ю. Н.
8. Архив ПГТУ. Личное дело Антонца, Д. П.
9. Казанцев, И. Г. Первый выпуск инженеров-сварщиков в Мариупольском металлургическом институте / И. Г. Казанцев, П. С. Елистратов // Автоматическая сварка. – 1947. – № 11. – С. 47.
10. Пацкеев, С. Генералы каменных карьеров / С. Пацкеев // Бизнес. – 2006. – № 42. – С. 96-99.
11. Сварка в СССР. Том 1. Развитие сварочной техники и науки о сварке. – Москва: Наука, 138-145 с.
12. Архив ПГТУ. Личное дело Елистратова, П. С.
13. Чигарев, В. В. Сварка и возрождение промышленности Донбасса после Великой отечественной войны / В. В. Чигарев, А. Н. Корниенко, Н. А. Макаренко. – Мариуполь:

Вестник Приазовского государственного технического университета, 2000, № 9, с. 142-146.

14. Чигарев, В. В. Кафедре Металлургия и технология сварочного производства 30 лет / В. В. Чигарев – Мариуполь: Вестник Приазовского государственного технического университета, 1998, № 6, с. 151-152.
15. Приказ и.о. ректора Кущенко, И. В. № 81-05 от 24 марта 2024 г.
16. Зареченский, Д. А. Повышение эксплуатационной стойкости рабочих органов строительной, дорожной и сельскохозяйственной техники / Д. А. Зареченский, В. В. Воробьев, Н. А. Пестунова // Строитель Донбасса. – 2023, № 1, с. 29-33.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Чигарев Валерий Васильевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Металлургия и технология сварочного производства» Приазовского государственного технического университета, ДНР, Мариуполь, Россия. Научные интересы: история науки и техники, наплавка, разработка электродных материалов, порошковые электродные ленты.

Белик Александр Григорьевич – доктор технических наук, Администрация Бердянского городского округа, Запорожская область, Бердянск, Россия. Научные интересы: наплавка, порошковые электроды.

Зареченский Денис Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Металлургия и технология сварочного производства» Приазовского государственного технического университета, ДНР, Мариуполь, Россия. Научные интересы: наплавка, разработка электродных материалов, порошковые электродные ленты.

Пестунова Наталья Александровна – ассистент кафедры «Металлургия и технология сварочного производства» Приазовского государственного технического университета, ДНР, Мариуполь, Россия. Научные интересы: история науки, санитарно-гигиенические условия при сварочных процессах.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Chigarev Valery V. – D. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Department of Metallurgy and Welding Technology, Azov State Technical University, DNR, Mariupol, Russia. Scientific interests: history of science and technology, surfacing, development of electrode materials, powder electrode tapes.

Belik Alexander G. – D. Sc. (Eng.), Administration of Berdyansk city District, Zaporizhia region, Berdyansk, Russia. Scientific interests: surfacing, powder electrodes.

Zarechensky Denis A. – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Department of Metallurgy and Welding Technology, Azov State Technical University, DNR, Mariupol, Russia. Scientific interests: surfacing, development of electrode materials, powder electrode tapes.

Pestunova Natalia A. – Assistant, Department of Metallurgy and Welding Technology, Azov State Technical University, DPR, Mariupol, Russia. Scientific interests: history of science, sanitary and hygienic conditions in welding processes.

Статья поступила в редакцию 29.10.2024; одобрена после рецензирования 15.11.2024; принята к публикации 22.11.2024. The article was submitted 29.10.2024; approved after reviewing 15.11.2024; accepted for publication 22.11.2024.

Строитель Донбасса. 2024. Выпуск 4-2024. С. 52 -59. ISSN 2617-1848 (print)

The Builder of Donbass. 2024. Issue 4-2024. P. 52 -59. ISSN 2617-1848 (print)

Научная статья

УДК 504.062 : 628.387

doi: 10.71536/sd.2024.4c29.7

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШАХТНЫХ ВОД В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Екатерина Леонидовна Головатенко¹; Татьяна Ивановна Савенкова²; Виктория Александровна Иванченко³

^{1,2}ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ДНР, Макеевка, Россия

³ГУ «Макеевский научно-исследовательский институт по безопасности работ в горной промышленности», ДНР, Макеевка, Россия

¹golovatenko87@yandex.ru, ²t.i.savenkova@donnasa.ru, ³viktoriya.ivanchenko.86@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена экологическая проблема шахтных вод угледобывающих регионов, которая на протяжении многих лет остается актуальной. Шахтные воды формируются за счет подземных и поверхностных вод, проникающих в горные выработки. В гидрологическую сеть поступает от 3 до 10 м³ шахтных вод на одну тонну добытого угля. Постоянный переход горных работ на более глубокие горизонты и усложнение при этом гидрогеологических условий приводят к дальнейшему увеличению объемов и загрязненности попутно откачиваемых вод различными веществами, а также истощению подземных водоносных горизонтов, в том числе насыщенных чистой питьевой водой. В процессе добычи угля образуются большие объемы шахтных вод в Донецком регионе, которые составляют более 300 млн м³/год, а использование их на нужды угольных предприятий составляет 13-15 % от всего объема. Проанализированы научные исследования и разработки в области рационального использования водных ресурсов: применения шахтных вод в качестве альтернативных источников водоснабжения, ввиду острого дефицита пресных вод; разработки новых и совершенствование существующих методов очистки шахтных вод от загрязняющих веществ, в частности взвешенных веществ и минеральных солей; модернизации очистных сооружений и внедрение новых и эффективных технологий. Предложен способ использования очищенных шахтных вод для технологических нужд вакуум-насосных станций. Составлен план выполнения исследований по совершенствованию способа умягчения шахтных вод для вакуум-насосных установок.

Ключевые слова: шахтные воды, загрязнение, схемы очистки, повторное использование, оборотные циклы, вакуум-насосные станции, карбонатные отходы

Original article

PROBLEMS OF USING MINE WATER IN TECHNOLOGICAL PROCESSES OF COAL MINING ENTERPRISES TO REDUCE IMPACT ON THE ENVIRONMENT

Ekaterina L. Golovatenko¹; Tatyana I. Savenkova²; Victoriya A. Ivanchenko³

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

³State Institution "Makeyevka Research Institute for Safety of Works in the Mining Industry", DPR, Makeevka, Russia

¹golovatenko87@yandex.ru, ²t.i.savenkova@donnasa.ru, ³viktoriya.ivanchenko.86@mail.ru

Abstract. The article considers the environmental problem of mine waters in coal mining regions, which has remained relevant for many years. Mine waters are formed due to underground and surface waters penetrating into mine workings. From 3 to 10 m³ of mine waters per ton of mined coal enters the hydrological network. The constant transition of mining operations to deeper horizons and the complication of hydrogeological conditions lead to a further increase in the volume and pollution of associated pumped waters with various substances, as well as the depletion of underground aquifers, including those saturated with clean drinking water. In the process of coal mining, large volumes of mine waters are formed in the Donetsk region, which is more than 300 million m³ / year, and

© Головатенко Е. Л., Савенкова Т. И., Иванченко В. А., 2024



*Головатенко
Екатерина Леонидовна*



*Савенкова
Татьяна Ивановна*



*Иванченко
Виктория Александровна*

their use for the needs of coal enterprises is 13-15 % of the total volume. The article analyzes scientific research and developments in the field of rational use of water resources: the use of mine water as an alternative source of water supply, due to an acute shortage of fresh water; the development of new and improvement of existing methods for cleaning mine water from pollutants, in particular suspended matter and mineral salts; modernization of treatment facilities and the introduction of new and effective technologies. A method for using purified mine water for the technological needs of vacuum pumping stations is proposed. A plan for the implementation of research to improve the method of softening mine water for vacuum pumping units is drawn up.

Keywords: mine water, pollution, cleaning schemes, reuse, recirculation cycles, vacuum pumping stations, carbonate waste

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Суммарный сброс шахтных вод, поступающих от угольных бассейнов и месторождений России, составляет более 450 млн м³/год, из которых около 12 % используется на производственные нужды угольных предприятий, при этом 80 % относятся к категории загрязненных [1]. При этом в Донецком регионе сброс шахтных вод составляет более 300 млн м³/год с учетом шахтных вод, откачиваемых из закрытых шахт. Из этого объема лишь 13-15 % используются на собственные нужды угольных предприятий. Остальное количество недостаточно очищенных шахтных вод безвозвратно сбрасывается в гидрографическую сеть региона, дестабилизируя (совместно со сточными водами других отраслей народного хозяйства) ее равновесие [2]. Например, на действующих шахтах Донецкого региона «Шахта «Калиновская-Восточная» и «Холодная балка» приток в горные выработки шахты, согласно отчету 2-ТП (водхоз), в 2023 году составил суммарно около 66 млн м³/год. Из этого количества поступившей шахтной воды на производственные нужды израсходовали только 1 % от общего объема. На ликвидированной шахте им. М. Горького приток шахтной воды составил около 6 млн м³/год, а на производственные нужды вода не используется [3].

Угольные предприятия откачивают на поверхность значительные объемы воды в процессе эксплуатации, а также и после их закрытия для обеспечения гидравлической безопасности соседних шахт и предотвращения экологического ущерба. Шахтные воды могут быть использованы в качестве дополнительных источников водоснабжения для промышленных целей, учитывая их химический состав.

Качественный состав шахтных вод разнообразен и существенно изменяется по угольным бассейнам, месторождениям и районам. Откачиваемые шахтные воды загрязняются взвешенными веществами и механическими примесями, концентрация твердых механических примесей колеблется (мелкие частицы угля и породы с концентрацией в пределах 4-6 г/дм³); растворенными минеральными веществами (главным образом хлориды и сульфаты с концентрацией от 1 до 5 г/дм³, иногда от 10 до 80 г/дм³); солями тяжелых металлов; органическими примесями (нефтепродукты, фенолы); бактериальными примесями [4]. Поэтому перед сбросом в водные объекты шахтные воды подвергаются очистке для приведения их к нормативным значениям для хозяйственно-питьево-

го водопользования [СанПиН 2.1.3685-21]. В настоящее время распространенной схемой очистки шахтных вод на многих угольных предприятиях является отстаивание в локальных сооружениях (в основном это горизонтальные отстойники), обеззараживание и в некоторых случаях осветление в прудах-отстойниках, после чего происходит сброс в водный объект. Такая схема позволяет незначительно снизить содержание взвешенных веществ (на 11 %), минерализацию (на 10 %) и бактериальные показатели, поэтому качество водных объектов региона по некоторым показателям не соответствует требованиям либо в пределах нормативов, установленных для водных объектов коммунально-бытового водопользования (таблица 1) [5].

Сброс недостаточно очищенных шахтных вод в наземную гидрографическую сеть вызывает неблагоприятные экологические последствия: заиливание, засоление и закисление водоемов; нарушение условий существования гидробиоты; изменение качественных и количественных показателей воды; изменение органолептических свойств воды [7].

Анализ проведенных исследований показал, что возможность и объем использования шахтных вод определяются: наличием потребителей неочищенной и очищенной шахтной воды и их потребностью в воде; требованиями этих потребителей к качеству воды; притоком и физико-химическим составом шахтных вод; технической возможностью и стоимостью очистки шахтных вод до требуемых показателей.

В связи с нерациональным потреблением воды, дефицитом пресной воды для населения и предприятий, а также экологически небезопасным отведением шахтных вод в поверхностные водные объекты, практической ценностью является возможность повторного использования шахтных вод для технических нужд разных отраслей промышленности.

Таблица 1.

Среднегодовые концентрации химических и бактериологических веществ (мг/дм³) в откачиваемых шахтных водах до отстойника и после пруда [5, 6]

Наименование вещества	До отстойника	После пруда	ПДК для водоемов коммунально-бытового водопользования
Взвешенные вещества	45	40	+0,75 к фоновому содержанию
БПК _{пол.}	5,3	2,8	4,5
Азот аммонийный	0,3	0,15	2
Нитриты	0,04	0,28	3
Нитраты	1,4	1,1	10
Железо	0,3	0,2	0,2
Нефтепродукты	н/о	н/о	0,3
ХПК	6,75	4,8	15
Хлориды	301	253	350
Сульфаты	613	480	500
Фенолы	0,002	0,001	0,001
Фосфаты	н/о	н/о	1
Сухой остаток	1608	1436	1500
Индекс - ЛКП	9800		отс.
Коли – индекс, кл/дм ³		4867	3000
Коли - фаги	н/о	н/о	отс.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Проблемой шахтных вод и исследованием их повторного использования занимались следующие ученые: Долина Л. Ф., Высоцкий С. П., Гулько С. Е., Насонкина Н. Г., Матлак Е. С., Костенко В. К., Огородник Е. Л., Дрозд Г. Я., Парубов А. Г., Коршикова А. И., Гавришин А. И., Синявский С. А., Гребёнкин С. С., Кульский Л. А., Найманов А. Я., Мамаев В. В., Плотников Д. А. и др. Авторы в своих научных работах исследовали возможность использования очищенной шахтной воды как альтернативного источника водоснабжения. Обосновывали выбор существующих методов обработки шахтных вод или предлагали совершенствованные способы обработки воды для дальнейшего использования в технологических процессах промышленных предприятий, сельском хозяйстве, и даже в качестве питьевой воды. Также ими были представлены результаты исследований, которые показывают изменения показателей качества обрабатываемой воды в зависимости от выбранного способа очистки воды для дальнейшего применения в технологических процессах предприятий.

Предложенные авторами сценарии использования очищенных шахтных вод и методы их обработки имеют и ряд недостатков: очистка небольшого объема шахтных вод (15 %), вследствие чего остается проблема сброса значительного количества сточных вод; капитальные затраты на реконструкции технологических схем; строительство дорогостоящих установок; образование жидких отходов после деминерализации.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Анализ состава сбрасываемых шахтных вод в водные объекты и способов их использования для технических нужд угольных предприятий для снижения негативного влияния на окружающую среду; обоснование способа умягчения шахтных вод отходами доломита для применения в вакуум-насосных установках.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Шахтные воды Донецкого региона имеют высокие показатели соединений жесткости и соледержания, поэтому использование их в хозяйственно-питьевых целях требует значительных материальных затрат. Возможность применения шахтной воды для технических нужд угольного предприятия является рациональной с точки зрения преодоления существующего дефицита пресной воды и уменьшения антропогенной нагрузки на поверхностные водные объекты.

Очищенные от взвешенных веществ, обезвреженные и кондиционированные шахтные воды могут использоваться на собственные нужды шахт (для замены питьевой воды при пылеподавлении в забоях шахт, в котельных, в компрессорных установках, вакуумных системах дегазации, системах горячего водоснабжения); в смежных промышленных предприятиях (системы охлаждения конденсатов турбин ТЭЦ и ГРЭС, компрессоров кислородных станций, металлургических и других тепловыделяющих агрегатов, для приготовления воды для подпитки водогрейных и паровых котлов тепловых электростанций, промышленных и бытовых котельных) [8].

Таблица 2.

Показатели качества шахтных вод для различных технологических процессов [9]

Показатели качества воды	Величина показателей качества воды						
	Обогащение угля мокрым способом	Пылеподавление, орошение и увлажнение угля	Кондиционирование воздуха	Выработка сжатого воздуха шахтными стационарными компрессорными станциями	Производство тепловой энергии шахтными котельными	Охлаждение технологического оборудования	Дегазация угольных пластов вакуум-насосными установками
Взвешенные вещества, мг/дм ³ , не более	5000	20	50-75	40-50	20	20-25	40
Водородный показатель рН, в пределах	8,5	6,5	6,0 – 9,0	6,5 – 8,5	8,5	7,5-8,5	6,5-8,5
Жесткость карбонатная, мг-экв/л, не более	7,0	6,0	6,0	2,5	6,0	7,0	7,0
Минерализация общая, мг-экв/л, не более	5000	1000	2000	2000		500	2000

Использование очищенной и обеззараженной шахтной воды на технические нужды шахты приведет к снижению объема водопотребления питьевой воды из городских водопроводных сетей, также сведет к минимуму зависимость предприятия от перебоев в подаче питьевой воды из водопроводной сети. Для использования шахтных вод в вышеперечисленных направлениях необходимо исследовать показатели качества воды пригодной для технического водоснабжения, а также уточнить качественный и количественный состав обрабатываемых шахтных вод (таблица 2).

Автором Плотниковым Д. А. [10] были проведены экспериментальные исследования, включающие обработку шахтной воды гашеным регенеративным продуктом отходов самоспасателей для умягчения и обеззараживания. Обработанная регенеративным продуктом шахтная вода соответствует требованиям для использования в техническом водоснабжении: рН=8,66, общее солесодержание – 1850 мг/м³; НСО₃ = 6,5 мг-экв/дм³; СО₃-2=2,5 мг-экв/дм³; Ж=4,3 мг-экв/дм³. Разработана схема процесса подготовки шахтной воды пригодной для технических нужд с пониженным содержанием соединений жесткости для дальнейшего применения в системах обеспыливания предприятия. Данный метод не позволяет очистить большие объемы сбрасываемых шахтных вод [11].

В работе [12] авторы изучают возможность использовать шахтную воду средней минерализации после соответствующей подготовки в оборотных системах охлаждения и для питания котлов – метод реагентной обработки воды с помощью извести. Качество известкованной воды оценивали по следующим показателям: жесткости с составляющими ее видами; остаточной щелочности; сухому остатку; стабильности; содержанию взвешенных веществ. Авторами предложена схема подготовки шахтных вод для использования в оборотных системах охлаждения и подпитки, состоящая из двух стадий: 1 – известко-

вание; 2 – обессоливание потока методом ионного обмена. Достоинство метода – невысокая стоимость реагента для известкования. Недостатком метода является необходимость тщательной предварительной подготовки воды и высокая стоимость мембран. Результаты экспериментальных исследований авторов представлены в таблице 3.

Таким образом, такая схема очистки позволит снизить концентрации солей в шахтной воде на 98 % и использовать в оборотных системах охлаждения и для питания котлов.

В статье [13] автор предлагает использовать шахтные воды повторно для сельскохозяйственных нужд, для решения проблемы недостатка питьевой воды. Проводились лабораторные исследования, которые заключались в выращивании кормов с использованием очищенной шахтной воды. После наблюдали за состоянием организма лабораторных крыс, питающихся этими кормами и не выявили негативного действия на организм животных.

В исследованиях Гулько С. Е. [14, 15] решается проблема деминерализации шахтных вод для дальнейшего использования для подпитки тепловых сетей с применением карбоксильных катионов для снижения карбонатного индекса воды. Обосновано снижение щелочности воды, что позволяет определить необходимый объем загрузки ионообменной смолы для реализации процесса очистки воды. Применение мембранных технологий обработки вод повышенной минерализации является безальтернативным.

Научная статья Дрозда Г. Я. [16] посвящена теоретическому обоснованию возможности использования шахтных вод в качестве альтернативного источника водоснабжения ввиду острого дефицита питьевых вод и их нерационального использования не по прямому назначению для технических и других целей. Автор рассматривает возможность применения шахтных вод, в зависимости от их состава и свойств, в нескольких направлениях: кондициониро-

Таблица 3.

Сравнительный анализ показателей качества шахтных вод после двухступенчатой очистки [12]

Показатели	Исходная шахтная вода	Вода после двухступенчатой очистки
Значение pH	7,9	7,7
Жесткость общая, мг-экв/дм ³	10,7	не <0,02
Щелочность общая, мг-экв/л	11,7	0,35
Ca, мг/ дм ³	82,0	-
Mg, мг/ дм ³	80,0	-
Na, мг/ дм ³	739,0	не опр.
HCO ₃ , мг/ дм ³	714,0	отс.
CO ₂ , мг/ дм ³	отс.	10,5
SO ₄ , мг/ дм ³	1056,0	не опр.
Cl, мг/ дм ³	347,0	не опр.
Солесодержание, мг/ дм ³	2789,0	21,6

вание воздуха, полив и орошение, тушение пожаров, технические нужды промышленных предприятий. Приведены основные критерии пригодности шахтных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения и народно-хозяйственных целей: минерализация, жесткость, содержание сульфатов, хлоридов, химических и органических веществ, pH. Проанализированы методы опреснения шахтных вод для использования их в качестве питьевой воды: термический, мембранный, ионообменный, гидротехнический и выбран наиболее известный в мировой практике – мембранные технологии. Достоинством этого мембранного метода отмечается его эффективность, а недостатком – капитальные затраты на замену мембран и образование рассолов.

Авторы статьи [17] рассматривают несколько методов глубокой очистки шахтных вод от взвешенных веществ и минеральных примесей для использования в качестве подпитки оборотных циклов промышленных предприятий: умягчение в натрий-катионитных фильтрах для подготовки воды для подпитки тепловых сетей; декарбонизация известкованием или водород-катионитное умягчение с «голодной» регенерацией катионита, а также известково-содовое, натрий-катионитное или водород-натрий-катионитное умягчение для снижения жесткости воды; декарбонизация с обработкой воды водород-катионированием для снижения щелочности воды до нормируемых значений.

Таким образом, пригодность использования шахтных вод для технических нужд предприятий ограничивается, прежде всего, несоответствием химического состава шахтных вод технологическим процессам производства. На данном этапе исследования предлагается использовать шахтные воды для производственных нужд шахты при дегазации угольных пластов, которая осуществляется вакуум-насосными станциями, обеспечивающими безопасную откачку шахтного метана. Вакуум-насосные станции (ВНС) являются одним из источников большого водопотребления (около 900 тыс. м³/год приходится на одну шахту). Вода является как рабочей жидкостью, так и охлаждающей (рисунок 1).

Система водоснабжения состоит из двух центробежных насосов (2) (рабочий и резервный), перекачивающих воду из колодца холодной воды (3) в напорный резервуар, откуда вода поступает к вакуум-насосам. Отработанная теплая вода сливается в приемный колодец (5), откуда центробежным насосом (6) перекачивается в градирню (7). Для пополнения потерь воды предусматривается подпитка из водной магистрали (3). Питание вакуум-насосов может осуществляться как технической водой, так и водой питьевого качества. Вода, подаваемая в вакуум-насос, не должна содержать растительных, кислотных, солевых и механических примесей (40 мг/дм³) и по показателям жесткости не превышать 7 мг-экв/дм³ [18]. Применение жесткой воды вызывает образование накипи на рабочих деталях вакуумного насоса, вследствие чего зазоры между подвижными и неподвижными деталями сокращаются, трение между ними появляется, резко повышается расход мощности, что может вызвать аварию электродвигателя или самого вакуум-насоса [19].

Ввиду дефицита водных ресурсов целесообразным является осуществлять подпитку ВНС доочищенными шахтными водами. На водоснабжение вакуум-насосов на примере одной шахты требуется около 790 тыс. м³/год технической и около 158 тыс. м³/год питьевой воды. Анализ показал, что качественные показатели технической воды, используемой ВНС, незначительно отличаются от состава шахтной воды, за исключением повышенной жесткости (таблица 4).

Данные, представленные в таблице 4, показывают, что шахтные воды для использования в ВНС не удовлетворяют требованиям по показателям жесткости. Таким образом, применение шахтной воды без умягчения невозможно. Известны различные методы умягчения вод: термическая обработка, реагентная обработка, ионный обмен, физические методы устранения жесткости. В современных условиях выбор какого-либо из них определяется прежде всего экономической целесообразностью. Одним из наиболее доступных и в то же время эффективных способов умягчения является метод реагентной обработки воды с помощью извести.

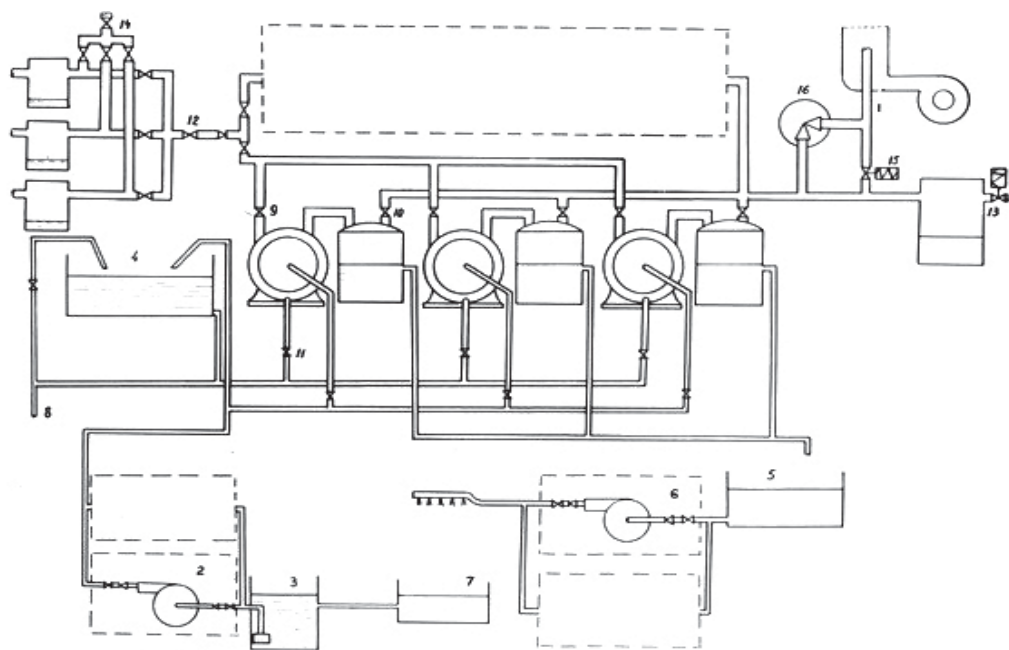


Рис. 1.
Принципиальная схема автоматизированной вакуум-насосной станции:

- 1, 14, 15 – свечи;
- 2 – центробежные насосы (рабочий, резервный);
- 3 – колодец холодной воды; 4 – водная магистраль;
- 5 – приемный колодец;
- 6 – центробежный насос; 7 – градирня;
- 8 – вакуум-насос;
- 9, 10, 11 – штуцеры вакуум-насосов;
- 12 – всасывающий газопровод;
- 13 – газопровод к потребителю

Выбор такого способа умягчения обосновывается накоплением карбонатных отходов на территории ДНР (25 тыс. тонн) [20], в частности отсева доломита (таблица 5). Целесообразным является применение таких отходов для очистки шахтных вод, что позволит исключить затраты на приобретение реагента.

Патентный поиск показал, известны направления применения отходов доломита в качестве вяжущих во многих сферах промышленности (в черной металлургии, при изготовлении строительных смесей и материалов, в химической промышленности в процессе изготовления карбида кальция, соды), также они могут входить в состав удобрений, в стекольной промышленности, в дорожном и жилом строительстве, в качестве сорбентов для очистки сточных вод от таких загрязнений как: фосфаты, нефтепродукты, тяжелые металлы, а также для снижения жесткости воды [22].

Исследования, проведенные Гулько С. Е., Мачикиной Д. В., направлены на применение отходов доломита для подготовки водопроводной воды, используемой в котельных теплосетей. Целесообразно изучить эффективность снижения жесткости шахтных вод перед подачей их в вакуум-насосные установки. Использование отходов для обработки шахтных вод позволит решить несколько экологических проблем: сократить использование воды питьевого качества в условиях дефицита пресной воды; уменьшить объемы сбрасываемых шахтных вод в водные объекты; снизить концентрации загрязняющих веществ в них; сократить количество складированных отходов.

В связи с чем были поставлены задачи для выполнения дальнейших экспериментальных исследований: изучение влияния крупности материала, температуры и продолжительности обжига отходов на эффективность снижения жесткости шахтной воды.

Таблица 4.

Требования к качеству шахтных вод, используемых для технических нужд шахты [19]

Наименование показателя	Величина показателя качества шахтной воды после прудатостойника	Величина показателя качества шахтной воды для вакуум-насосных	Величина показателя качества шахтной воды, используемой для охлаждения различного технологического оборудования
Взвешенные вещества, мг/дм ³ , не более	40	40	50
Водородный показатель pH, в пределах	8,325	6,5-8,5	6,5-8,5
Жесткость, мг-экв/дм ³ , не более	8,2	6,0	4,0
Минерализация общая, мг/дм ³ , не более	1 474,25	2000	2000

Таблица 5.

Химический состав обожженных отходов доломита [21]

Наименование показателя	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	П.П.П.*
Массовая доля, %	36,83	18,53	2,15	0,52	0,60	41,37

*П.П.П.- потери при прокаливании

ВЫВОДЫ

1. Рассмотрена проблема сбросов шахтных вод в водные объекты Донецкого региона и способы альтернативного их использования в качестве дополнительного источника для технических целей.

2. Приведены данные об усредненном количественном и качественном составе шахтных вод угольных шахт. Определено, что шахтные воды содержат высокую концентрацию минеральных солей и солей жесткости. Такой состав затрудняет использование их в питьевых и технических целях, а также приводит к негативным экологическим последствиям водных объектов: заиливание водоемов, закисление почв.

3. Проанализированы направления использования шахтных вод в технических целях. Существующие методы очистки имеют как ряд достоинств: высокая эффективность очистки, минимальные затраты на реагенты, так и ряд недостатков: высокая стоимость установок для очистки, образование рассолов. Предлагается использование шахтных вод в оборотных циклах дегазационной системы. После предварительной очистки их можно использовать как в качестве рабочей, так и охлаждающей жидкости в вакуум-насосах при условии снижения жесткости в 1,5 раза. Таким образом, откачиваемые шахтные воды вполне могут заменить воду из магистрального трубопровода.

4. Обоснован выбор способа умягчения шахтных вод. Отсевы доломита после обжига по химическому составу могут заменить известь, что в свою очередь снизит затраты на приобретение реагента, а также позволит сократить объемы накопленных отходов.

5. Выбрано направление дальнейших исследований по изучению обожженных отходов доломита, эффективность его применения для очистки шахтных вод.

Список литературы

1. Ярков, М. А. Современные направления эффективного использования шахтных сточных вод / М. А. Ярков, И. С. Зайцева // *Россия молодая: Сборник материалов XII Всерос. научно-практической конференции с международным участием, 21-24 апр. 2020 г., Кемерово [Электронный ресурс] / ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева»; редкол.: С. Г. Костюк (отв. ред.) [и др.]*. – Кемерово, 2020. – С. 240-244
2. Гулько, С. Е. Безопасность использования шахтных вод в качестве альтернативного источника водоснабжения / С. Е. Гулько, И. И. Гомаль, Д. В. Мачикина // *Научный вестник НИИГД Респиратор*. – 2022. – № 3(59). – С. 91-101.
3. Госкомэкополитики при Главе ДНР подвел итоги работы за 2017 год. – Текст : электронный // *Государственный комитет по экологической политике и природным ресурсам при Главе Донецкой Народной Республики* : [сайт]. – 2023. – URL: http://gkecopoldnr.ru/news_201217 (дата обращения: 04.11.2024).
4. Гулько, С. Е. Использование шахтных вод для экономического развития Донбасса / С. Е. Гулько, И. И. Гомаль // *Водные ресурсы в условиях глобальных вызовов: экологические проблемы, управление, мониторинг : Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. В 2-х томах, Ростов-на-Дону, 20–22 сентября 2023 года. Том 2. – Новочеркасск: ООО "Лик", 2023. – С. 198-203.*
5. Степаненко, Т. И. Анализ путей снижения антропогенной нагрузки на водные объекты за счет совершенствования технологического процесса очистки шахтных вод / Т. И. Степаненко, А. Е. Федорова // *Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры*. – 2022. – № 3(155). – С. 79-83.
6. *Формирование шахтных вод и анализ способов их очистки / А. А. Куликова, Ю. А. Сергеева, Т. И. Овчинникова, Е. И. Хабарова; под общей редакцией А. А. Куликовой; Национальный исследовательский технологический университет МИСиС. – Москва, 2020. – 11 с.; 10 см. – Библиогр.: с. 2-11. – 15 экз. – ISBN: 622-841. – Текст: непосредственный.*
7. СанПиН 4630"88. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения : утверждены глав" ным государственным санитарным врачом СССР А. И. Кондрусевым 4 июля 1988 г. № 4630"88 : дата введения 1989"01"01 / авторы и составители: НИИОКГ им. А. Н. Сысина АМН СССР, Московский НИИГ имени Ф. Ф. Эрисмана, Новосибирский НИИГ [и др.]. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 1988. – 59 с. – Текст : непосредственный.
8. Лесной, В. И. Влияние сброса шахтных вод при ликвидации шахты Булавинская на системы водоснабжения и канализации / В. И. Лесной, В. С. Рожков, А. В. Жибоедов // *Горная энергомеханика и автоматика : Материалы XXI Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию ДонНТУ, Донецк, 27–29 октября 2021 года. – Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2021. – С. 12-19.*
9. Высоцкий, С. П. Эколого-экономические аспекты обработки шахтных вод для подпитки тепловых сетей / С. П. Высоцкий, Е. Л. Головатенко // *Вести Автомобильно-дорожного института*. – 2020. – № 3(34). – С. 81-87.
10. Березовский, Н. И. Горное дело / Н. И. Березовский, Е. К. Костюкевич; Белорусский национальный технический университет. – Минск, 2022. – 50 с.; 16 см. – Библиогр.: с. 22-28. – 60 экз. – ISBN: 978-985-583-813-6. – Текст: непосредственный.
11. Плотников, Д. А. Влияние десорбции угольной кислоты на степень очистки дренажных шахтных вод с использованием кислород содержащего продукта отходов самоспасателей / Д. А. Плотников // *материалы XVII Международной научно-практической конференции «Комплексные проблемы техносферной безопасности» Воронежский государственный технический университет. – Воронеж: ВГТУ, 2021 г. – С. 196-201.*
12. Высоцкий, С. П. Седиментационный анализ осадков шахтных вод Донбасского региона после умягчения регенеративным продуктом отходов самоспасателей / С. П. Высоцкий, Д. А. Плотников, В. В. Мамаев //

- Вести Автомобильно-дорожного института г. Горловка, 2021. – № 1(36). – С. 61-71.*
13. Матлак, Е. С. Анализ проблемы деминерализации шахтных вод и перспективных направлений её решения / Е. С. Матлак, Е. Л. Огородник, Л. И. Саенко // *Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Проблеми екології. – 2011. – № 1-2. – С. 3-11.*
 14. Гулько, С. Е. Особенности использования шахтных вод в оборотных циклах промышленных предприятий / С. Е. Гулько // *Вестник Луганского национального университета им. В. Даля. Возрождение, экология, ресурсосбережение и энергоэффективность инженерной инфраструктуры урбанизированных территорий Донбасса: традиции и инновации. – 2017. – ч. 2. – № 3 (5). – С. 177-179.*
 15. Гулько, С. Е. Уменьшение вредного влияния шахтных вод на окружающую среду / С. Е. Гулько, С. П. Высоцкий // *Вестник Луганского национального университета имени Владимира Даля. – 2019. – № 10(28). – С. 82-89.*
 16. Дрозд, Г. Я. Теоретическое обоснование необходимости и возможности использования шахтных вод в качестве альтернативного источника водоснабжения в Донбассе / Г. Я. Дрозд // *Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2020. – № 8(152). – С. 4-15.*
 17. Высоцкий, С. П. Эколого-экономические аспекты обработки шахтных вод для подпитки тепловых сетей / Высоцкий С. П., Головатенко Е. Л. // *«Вести Автомобильно-дорожного института». – Горловка: АДИ ГОУ ВПО «ДонНТУ». 2020. – С.81-88*
 18. Дегазация угольных шахт. Требования к способам и схемы дегазации. / СОУ 10.1.00174088.001-2004. / Стандарт Минтопэнерго Украины/ – *Макеевка. – 2004. – 161 с. – Текст: непосредственный.*
 19. Инструкция по дегазации угольных шахт. / Колл.авт. Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр по безопасности в промышленности». *Макеевка: – 2012. – 250 с. – Текст непосредственный.*
 20. Головатенко, Е. Л. Использование шахтной воды в оборотных циклах вакуум-насосных станций угольных шахт / Е. Л. Головатенко, В. А. Маркин // *Актуальные проблемы строительной отрасли и образования – 2022: Сборник докладов Третьей Национальной научной конференции, Москва, 19 декабря 2022 года. – Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2023. – С. 613-616.*
 21. Гулько, С. Е. Умягчение воды производственными отходами флюсо-доломитного комбината / С. Е. Гулько, Д. В. Мачикина. – *Текст : непосредственный // Строитель Донбасса. – 2022. – № 4(21). – С. 16-20.*
 22. Калинин, О. Н. Использование флюсо-доломитных отходов в производстве строительных материалов / О. Н. Калинин. – *Текст : непосредственный // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2020. – № 4(40). – С. 17-28.*

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Головатенко Екатерина Леонидовна – старший преподаватель кафедры техносферной безопасности Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: повышение уровня экологической безопасности в технологических циклах оборотного водоснабжения; снижение негативного воздействия на водные объекты путем совершенствования технологии обработки сточных вод.

Савенкова Татьяна Ивановна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Техносферная безопасность» Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: совершенствование технологии очистки природных и сточных вод с целью снижения негативного воздействия на окружающую среду и здоровье человека; защита окружающей среды от техногенного воздействия.

Иванченко Виктория Александровна – младший научный сотрудник отдела технического регулирования и техносферной безопасности ГУ «Макеевский научно-исследовательский институт по безопасности работ в горной промышленности», ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: исследование возможности применения альтернативных материалов для очистки шахтных вод Донецкого региона.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Golovatenko Ekaterina L. - Senior Lecturer, Department of Technospheric Safety, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia. Scientific interests: increasing the level of environmental safety in the technological cycles of water recycling; reducing the negative impact on water bodies by improving wastewater treatment technology.

Savenkova Tatyana I. - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Department of "Technospheric Safety", Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia. Scientific interests: improving the technology of natural and wastewater treatment to reduce the negative impact on the environment and human health; protection of the environment from technogenic impact.

Ivanchenko Victoriya A. - Junior Research Assistant, Department of Technical Regulation and Technospheric Safety of the State Institution "Makeevsky Research Institute for Safety in the Mining Industry", DPR, Makeevka, Russia. Scientific interests: research on the possibility of using alternative materials for the purification of mine water in the Donetsk region.

Статья поступила в редакцию 30.10.2024; одобрена после рецензирования 15.11.2024; принята к публикации 22.11.2024. The article was submitted 30.10.2024; approved after reviewing 15.11.2024; accepted for publication 22.11.2024.

Строитель Донбасса. 2024. Выпуск 4-2024. С. 60 -65. ISSN 2617–1848 (print)
The Builder of Donbass. 2024. Issue 4-2024. P. 60 -65. ISSN 2617–1848 (print)

Научная статья
УДК 622.867.324:658.567.1
doi: 10.71536/sd.2024.4c29.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ШАХТНЫХ САМОСПАСАТЕЛЕЙ В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ ДЛЯ УДОБРЕНИЙ

Денис Александрович Плотников¹; Валерий Владимирович Мамаев²

¹ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ДНР, Макеевка, Россия.

²ФГКУ «НИИ «Респиратор» МЧС РОССИИ», ДНР, Донецк, Россия

¹d.a.plotnikov@donnasa.ru, ²niigd@mail.ru

Аннотация. Представлено исследование возможностей вторичного использования регенеративного продукта шахтных самоспасателей, содержащего надпероксиды калия и натрия, в качестве источника калийных удобрений. Работа посвящена разработке технологий утилизации токсичных отходов 3 класса опасности, накопление которых обостряет экологическую ситуацию в промышленно развитых регионах, таких как Донбасс. Проведенные лабораторные эксперименты подтверждают возможность трансформации регенеративного продукта в соединения калия (гидроксид, карбонат), характеризующиеся высоким содержанием калия (до 85 %) и пригодностью для применения в сельском хозяйстве. Рассмотрены методы формирования удобрений в форме брикетов с пролонгированным сроком растворения, обеспечивающих устойчивое высвобождение питательных веществ в почву. Несмотря на полученные результаты, выявлены ограничения, связанные с необходимостью дополнительных исследований влияния остаточных компонентов на биосферу и экономической оценки промышленной масштабируемости предложенной технологии. Статья адресует актуальные проблемы утилизации опасных отходов и предлагает потенциально экологически устойчивый подход.

Ключевые слова: экологическая безопасность, вторичное использование отходов, самоспасатели на химически связанном кислороде, утилизация регенеративного продукта, калийные удобрения, удобрения из отходов

Original article

USING MINE SELF-RESCUER WASTE AS A RAW MATERIAL FOR FERTILIZERS

Denis A. Plotnikov¹; Valeriy V. Mamaev²

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

²Research Institute "Respirator" of the Ministry of Emergency Situations of Russia, DPR, Donetsk, Russia

¹d.a.plotnikov@donnasa.ru, ²niigd@mail.ru

Abstract. The article presents a research of the possibilities of secondary use of the regenerative product of mine self-rescuers containing potassium and sodium superoxides as a source of potassium fertilizers. Scientific work is devoted to the development of technologies for the disposal of toxic waste of hazard class 3. The accumulation of it aggravates the environmental situation in industrially developed regions such as Donbass. The laboratory experiments confirm the possibility of transforming the regenerative product into potassium compounds (hydroxide, carbonate), characterized by a high potassium content (up to 85 %) and suitability for use in agriculture. Methods for forming fertilizers in the form of briquettes with a prolonged dissolution period, ensuring a stable release of nutrients into the soil, are considered here. Despite the obtained results, limitations are identified related to the need for additional studies of the effect of residual components on the biosphere and an economic assessment of the industrial scalability of the proposed technology. The article addresses current problems of hazardous waste disposal and offers a potentially environmentally sustainable approach.

Keywords: environmental safety, waste recycling, self-rescuers on chemically bound oxygen, regenerative product disposal, potassium fertilizers, fertilizers from waste

© Плотников Д. А., Мамаев В. В., 2024



Плотников
Денис Александрович



Мамаев
Валерий Владимирович

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Экологическая обстановка в Донбасском регионе как никогда сложная. Согласно докладу Государственного комитета по экологической политике и природным ресурсам при Главе Донецкой Народной Республики от 28.10.2024 г., основные проблемы можно выделить следующим образом:

- загрязнение воды и почвы. В следствии боевых действий и разрушений промышленной инфраструктуры в Донбассе произошло серьёзное загрязнение компонентов окружающей среды тяжёлыми металлами, химическими веществами и токсичными выбросами рек и подземных вод и грунтов, на которых раньше велось сельское хозяйство;

- риск от накопления опасных производственных отходов. В регионе расположено множество промышленных объектов, включая шахты и химические заводы, где накоплены токсичные вещества, такие как аммиак, ртуть, свинец и тяжёлые металлы. Отсутствие надлежащего контроля за хранилищами отходов, повреждения или недоступность их обслуживания, что повышает риск их утечки в окружающую среду;

- нерегулируемые выбросы и загрязнение воздуха. В регионе наблюдается высокая концентрация выбросов от горнодобывающих и металлургических предприятий, которые продолжают работать, несмотря на сложности конфликта. Взрывы на складах с боеприпасами и военная деятельность также добавляют токсичные вещества в атмосферу, ухудшая качество воздуха;

- пожары в лесах и сокращение биоразнообразия. В результате боевых действий были повреждены лесные массивы, что привело к вспышкам пожаров и уничтожению местообитаний для флоры и фауны. Более 150 тыс. гектаров леса пострадали в ходе конфликта, включая территории заповедников, что угрожает существованию редких видов растений и животных.

Данные экологические проблемы требуют срочных мер по их устранению, особенно в условиях, когда конфликт создаёт дополнительные риски для здоровья населения и экосистемы региона.

Отходы производства и потребления Донбасса являются одной из самых злободневных экологических проблем в регионе [1, 2]. Донецкая Народная Республика изобилует угольными шахтами, заводами и химическими предприятиями, чья деятельность привела к образованию большого количества

отходов, включая токсичные и опасные. Одними из таких отходов производства являются шахтные самоспасатели с химически связанным кислородом, которые относятся к отходам 3 класса опасности, являются токсичными и пожароопасными, при этом накапливаются на горнодобывающих предприятиях Донбасса ввиду нарушения производственных цепей. Согласно инструкции по эксплуатации данные аппараты имеют срок службы 5-7 лет, по истечении которого они подлежат обязательной переработке. Отходы самоспасателей состоят из множества компонентов, таких как сталь, пластик, поливинилхлорид, резина, стекло, ткань, и кислородсодержащий регенеративный продукт, который представляет наибольший интерес и ценность. Количество данных отходов в нашем регионе составляет около 35-40 тонн ежегодно, по всей России до 500 тонн. Состоящие в основном из надпероксидов калия и натрия, оксида кальция, отходы регенеративного продукта самоспасателей имеют высокий потенциал быть использованными вторично [3].

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Исследованию по обращению с отходами самоспасателей, в том числе вторичному использованию посвящены работы ученых Донбасса и России [3, 4]. В основном данные работы содержат теоретические сведения о перспективных технологиях и способах утилизации самоспасателей с истекшим сроком эксплуатации, и рекомендательных характер касаются перспектив вторичного использования данных отходов. Анализ вышеуказанных работ показал, что при обращении с регенеративным продуктом из отходов самоспасателей известны способы его обезвреживания, приводящие к устранению или уменьшению негативного воздействия отходов на биоценоз и снижение его токсичности по «классу опасности». Это:

- сжигание аппаратов на породном отвале в предварительно подготовленной выемке с последующим закапыванием,

- разбор самоспасателя на составные части, содержащее регенеративного патрона гасят водой, образовавшуюся щелочь КОН разбавляют большим количеством воды до безопасной концентрации и сливают в городскую канализацию.

Недостатком перечисленных способов утилизации кислородсодержащего продукта является неполное использование отходов без получения практической выгоды из продуктов утилизации [4].

Планируемые аналитические и экспериментальные исследования направлены на определение иного способа утилизации регенеративного продукта и изучение особенностей вторичного использования отходов самоспасателей с практической выгодой.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА ИССЛЕДОВАНИЯ

Известно и проверено в практических условиях, что регенеративный продукт, извлеченный из самоспасателей, полностью отработанных по прямому

назначению (т.е. надпероксид калия выдал весь кислород в процессе химической реакции поглощения диоксида углерода и влаги выдыхаемого человеком воздуха, перешел в форму безопасной соли – карбоната калия), может использоваться в качестве калийного удобрения под названием «поташ» [5]. Такой продукт имеет вид довольно плотной жесткой массы с наличием раковин и монолитных кусков, в основном серого цвета и с различным оттенком от голубого до черного цвета, в зависимости от присутствия в нем микроэлементов: меди, магния, железа и др. как природных примесей. Перед употреблением в качестве удобрения такую массу продукта следует измельчить и применять россыпью на почве.

Ион калия K^+ при регенерации газовой дыхательной смеси в самоспасателе претерпевает следующие изменения: надпероксид калия → гидроксид калия → карбонат калия, но исходное количество иона калия при этом остается на первоначальном уровне [6].

В калийных удобрениях промышленного производства содержание калия находится в пределах 11-70 % (по надпероксиду калия) в зависимости от вида минерального сырья и технологических особенностей изготовления.

Поэтому, в связи с высоким содержанием элемента калия в регенеративном продукте из шахтных самоспасателей, а также в связи с образованием при растворении в воде промежуточного продукта не менее ценного соединения – гидроксида калия, который самостоятельно имеет широкое применение в различных сферах, утилизация регенеративного продукта с пользой требует другого способа решения, нежели необоснованный слив в канализацию щелочных растворов. Это касается регенеративного продукта неотработанного по кислороду в самоспасателе или частично отработанного, т.е. с наличием гранул надпероксида калия или натрия, имеющих ярко желтый цвет – цвет исходного продукта.

Таким образом, утилизация регенеративного продукта из самоспасателей, непригодных для эксплуатации, может, при разработке технологии гашения его водой, получать технический гидроксид калия как самостоятельное вещество, так и являться исходным компонентом для получения солей, являющихся минеральными удобрениями: хлорид калия, нитрат калия, сульфат калия, карбонат калия.

Химическая активность регенеративного продукта к воде и образование при этом гидроксида калия высокой концентрации была использована нами для получения образцов минеральных удобрений.

С целью пролонгации периода растворения удобрений из регенеративного продукта из самоспасателей, а также из-за отсутствия в лабораторной базе гранулятора, принято решение о разработке новой формы удобрения в виде брикетов, изготавливаемых методом прессования, предназначенных для размещения в почве (втыкания) под плодовыми деревьями. Для этого были разработаны эскизы на пресс-форму и изготовлено по ним приспособление для формирования брикета из гранул регенеративного продукта. Приспособление работает совместно с прессом ПБ-500 и представлено на рис. 1.

Апробация приспособления подтвердила его широкие возможности в плане прессования образцов брикетов как с помощью зажатия в слесарных тисках (давление приблизительно 20 кгс/см^2), так и на прессе под давлением 100 и 200 кгс/см^2 .



Рис. 1 – Формирование брикетов из регенеративного продукта отхода самоспасателей

Вначале для прессования был применен отработанный по кислороду регенеративный продукт (белого и серого цвета) из отхода самоспасателя, испытанного на динамической установке в режиме средней тяжести (вентиляция $35 \text{ дм}^3/\text{мин}$) в течение 70 мин. Этот продукт в основном состоял из карбонатов калия и кальция и представлял собой хорошо скомпонованную влажную массу.

Часть продукта массой 150 г была загружена в приспособление и отпрессована под давлением 20 кгс/см^2 . На рис. 2 представлены первые пробные полученные нами образцы, которые не отличались прочностью, легко разламывались, а после сушки при температуре 80°C разбухли – была нарушена форма из-за интенсивного выхода влаги. Вид брикетов удобрений после сушки представлен на рис 3.

С использованием этой же шихты (массы) отработанного продукта, но слегка подсушенной на воздухе, были изготовлены в приспособлении на гидравлическом прессе под давлением 100 и 200 кгс/см^2 экспериментальные образцы брикетов, которые име-



Рис. 2 – Внешний вид первых пробных образцов брикетов удобрения из отходов самоспасателей

ли правильную форму, на вид – плотные и твердые, массой 70-100 г и высотой 35-40 мм. Внешний вид таких брикетов изображен на рис 3.



Рис. 3 – Вид брикетов удобрений после сушки (вид сверху)

Исследования частично отработанного в самоспасателе кислородсодержащего продукта, т.е. с присутствием гранул надпероксида калия желтого цвета (рис. 4), были связаны с обязательным переводом остатков надпероксида калия в гидроксид калия и карбонат калия.



Рис. 4 – Внешний вид брикетов удобрения – карбоната калия, отпрессованных на прессе

В результате реакции продукта с водой в растворе образуется калийная щелочь. Количество воды, необходимое для образования гидроксида калия, зависит от степени отработки регенеративного продукта в самоспасателе. Обычно степень отработки составляет 50 %, т.е. расчетное количество воды на 0,5 кг продукта может составить 70-100 мл, но практически может быть вдвое больше из-за способности гидроксида калия образовывать кристаллогидраты: $\text{KOH} \cdot n\text{H}_2\text{O}$; масса продукта при этом становится бело-серого цвета, характерного для отработанного по кислороду продукта.

Для получения однородной консистенции массы требовалось интенсивное перемешивание и раздавливание гранул.

Проведенные эксперименты показали, что в случае растворения регенеративного продукта в дистиллированной воде образуется калийная щелочь – гидроксид калия – со следующей характеристикой (таблица 1).

Таблица 1.

Характеристика растворов калийной щелочи после растворения отхода регенеративного продукта различной степени деградации

Наименование показателя	Результат испытания		
	образца № 1	образца № 2	образца № 3
Навеска продукта, г	90	90	90
Внешний вид раствора	Мутный	Мутный	Мутный
Объем дистиллированной воды, мл	200	200	200
Плотность при 20 °С, г/см ³	1,275	1,290	1,253
Суммарная массовая доля щелочных компонентов в расчете на гидроксид калия, %	28,8	30,2	26,8

Мутность растворам придают компоненты продукта: нерастворимая соль кальция – карбонат кальция и хризотилловый асбест – природный волокнистый материал группы серпентинов, являющийся армирующим регенеративный продукт материалом.

Приведенные данные позволяют сделать вывод о целесообразности утилизации частично отработанного по кислороду регенеративного продукта с получением гидроксида калия, который может быть использован как сырье для получения различных востребованных промышленных продуктов (таблица 1) [6, 7], в том числе и в сельскохозяйственном производстве.

Взаимодействие образованного гидроксида калия с разбавленными растворами кислот – соляной, серной, азотной (химические реакции нейтрализации) – заканчивается образованием соответствующих солей: хлорида, сульфата, нитрата калия, которые являются основными компонентами минеральных калийных удобрений.

Объем необходимой кислоты (объем разбавленных водой кислот) определялся по степени отработки регенеративного продукта – по наличию и количеству желтых гранул надпероксида калия (визуально) и методом анализа экспериментальных проб [8, 9]. Вид отхода регенеративного продукта (с вкраплениями гранул надпероксида калия), обработанного раствором соляной кислоты, представлен на рис. 5.



Рис. 5 – Вид отхода регенеративного продукта, обработанного раствором соляной кислоты

Выполнен значительный объем лабораторных исследований, прежде чем был получен оптимальный вариант количества разбавленных кислот: от 20 до 40 мл.

После окончания химических реакций, остывания массы продукта и ее частичного сгущения пресс-форма приспособления высотой 35 мм заполнялась навеской в 90-100 г продукта и подвергалась прессованию под давлением 200 кгс/см² на гидравлическом прессе. Брикеты выходили из матрицы пресс-формы под некоторым усилием, не рассыпались и не крошились, твердые и плотные. Внешний вид лабораторных образцов калийных удобрений представлен на рис. 6.

Проверена гигроскопичность полученных образцов удобрений из карбоната калия, хлората калия, сульфата калия, нитрат калия. Образцы были помещены одновременно в разные сосуды с объемом воды 200 мл и посуточно наблюдали за растворением. Все образцы обладали пролонгированным действием к влаге – постепенной растворимостью до 15 суток, что является положительным качеством удобрения.

Проведенные экспериментальные (лабораторные) исследования подтвердили особенности химического состава компонентов регенеративного продукта из отходов самоспасателей, а именно: способность продукта на основе надпероксида калия не только регенерировать газоздушную смесь в изолирующем дыхательном аппарате (респираторе, самоспасателе) [10, 11], а и служить сырьем для полу-

чения гидроксида калия, а затем и калийных удобрений пролонгированного действия, т.е. удобрений с регулируемой растворимостью питательных веществ.

Для этого требуется проведение дополнительных широких исследований с изучением механизмов химических реакций, разработки в промышленном масштабе технологии производства гидроксида калия и калийных удобрений из вторичного сырья – кислородсодержащего продукта из отходов самоспасателей, непригодных для эксплуатации, лабораторных и полевых испытаний и др.

ВЫВОДЫ

Исследована и установлена возможность вторичного использования регенеративного продукта из отходов самоспасателей с химически связанным кислородом, непригодных для эксплуатации, а именно:

– выполнены исследования по применению регенеративного продукта из самоспасателей, непригодных для эксплуатации, в производстве минеральных калийных удобрений как источника элемента калия. В калийных удобрениях промышленного производства содержание калия находится в пределах 11-70 % (по надпероксиду калия) в зависимости от вида минерального сырья и технологических особенностей изготовления;

– установлено, что связи с высоким содержанием элемента калия в регенеративном продукте (не менее 85 %), а также в связи с образованием при его

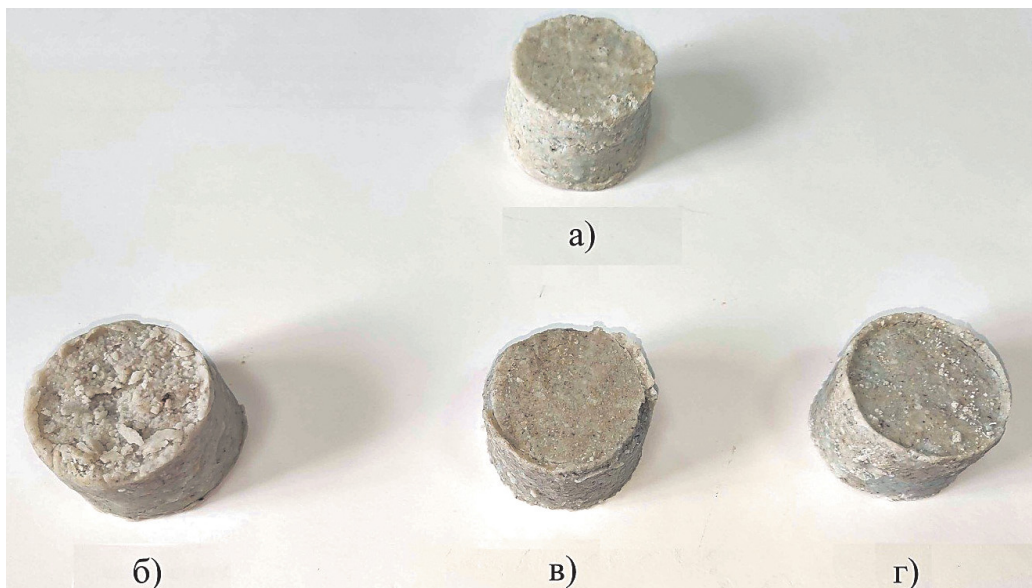


Рис. 6. Внешний вид лабораторных образцов калийных удобрений

- а) карбонат калия K_2CO_3 ,
- б) хлорат калия KCl
- в) сульфат калия K_2SO_4 ,
- г) нитрат калия KNO_3

растворении в воде промежуточного ценного продукта – гидроксида и карбоната калия, имеет самостоятельное широкое применение в различных сферах и является исходным компонентом для получения калийных удобрений;

– экспериментально подтверждена способность деградировавшего продукта отхода самоспасателей служить сырьем для получения гидроксида и карбоната калия, а затем и калийных удобрений пролонгированного действия, т.е. удобрений с регулируемой растворимостью питательных веществ.

Список литературы:

1. Башевая, Т. С. Анализ подходов к решению проблемы твердых коммунальных отходов / Т. С. Башевая // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры «Инженерные системы и техногенная безопасность». – Макеевка: ДонНАСА, 2022. – Вып. 2022 - 5 (157). – С. 30-36. – https://elibrary.ru/download/elibrary_49952478_18479745.pdf (дата обращения 06.11.2024). – EDN: KBCCHP.
2. Paulik, Peter. The Effect of Curing Conditions (In Situ vs. Laboratory) on Compressive Strength Development of High Strength Concrete / Peter Paulik // Procedia Engineering. – 2013. – № 34 (156). – P. 113–119. – URL: https://www.researchgate.net/publication/259167998_The_Effect_of_Curing_Conditions_In_Situ_vs_Laboratory_on_Compressive_Strength_Development_of_High_Strength_Concrete (дата обращения 11.10.2024).
3. Высоцкий, С. П. Использование отходов самоспасателей на химически связанном кислороде для снижения карбонатной жесткости шахтной воды – Текст : непосредственный / С. П. Высоцкий, Д. А. Плотников, В. В. Мамаев // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2021. № 7 (239). – С. 172-181.
4. Зборщик, Л. А. Утилизация химического продукта шахтных самоспасателей – Текст : непосредственный / Л. А. Зборщик, Р. С. Плетенецкий, В. И. Францев // «Вестник Академии гражданской защиты» Научный журнал Выпуск 4 (16), 2018. – С. 77-82.
5. Зеленцова, В. В. Регенеративный продукт как сырье для калийных удобрений [Текст] / В. В. Зеленцова // «Актуальные вопросы современной науки». Сборник статей по материалам XII международной научно-практической конференции (23 мая 2018, г. Томск). В 3-х ч. Ч.1 / - Уфа: Изд. Дендра, 2018. – С. 60-64.
6. Mangestiyono, W. Mitigation of CaCO₃ scale formation in pipes under influence of vibration and additives / W. Mangestiyono, S. Muryanto, J. Jamari, A.P. Bayuseno // Rasayan J. Chem. – 2019. – Issue 1. – Vol. 12. – P. 192-204. URL: <http://dx.doi.org/10.31788/RJC.2019.1215055> (дата обращения 07.11.2024).
7. Башевая, Т. С. Определение величины эмиссии загрязняющих веществ и установление опасного расстояния для строящихся объектов с различными конструктивными особенностями / Т. С. Башевая, А. А. Шейх. – Текст : непосредственный // Строитель Донбасса. – 2020. – Выпуск 2-2020. – С. 20-26. – ISSN 2617-1848.

8. Environmental aspects of water supply sources / N. G. Nasonkina, E. A. Feskova, L. N. Bogak [et al.]. – Text: direct // The Donbas Constructor. – 2021. – No. 4(17). – P. 24-29.
9. Шевченко, Т. В. Технологические особенности обезвреживания адсорбционных компонентов промышленных изолирующих дыхательных аппаратов [Текст] / Т. В. Шевченко, Л. А. Сенчукова, Е. В. Ульрих // Фундаментальные исследования, 2017.– № 3.– С. – 85-89.
10. Karpov, S. New mobile wireless imitator of mine insulating self-rescuer / S. Karpov, A. Glebov, S. Alexeev, A. Arkhipov, A. Siukhin // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management. – 2018. – V. 315 (1.3). – P. 33–39.
11. Gudkov, S.V., Smirnov, I.A. Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya otechestvennykh shakhtnykh samospasateley. Chast' 1. Sravnitel'nyy analiz izoliruyushchikh samospasateley so szhatym i khimicheski svyazannym kislorodom [Current state and prospects of development of the domestic mine self-rescuers. Part 1. Comparative analysis of self-contained self-rescuers, compressed oxygen and chemical oxygen types]. Bezopasnost' truda v prom-sti – Occupational safety in the industry, 2013, no. 9, pp. 66 – 70.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Плотников Денис Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Техносферная безопасность» Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: поиск оптимальных методов и средств противопожарной защиты строительных конструкций, систем обеспечения пожарной безопасности строительных объектов, ресурсосбережение, использование отходов угледобычи.

Мамаев Валерий Владимирович – доктор технических наук, старший научный сотрудник, главный инженер ФГКУ «НИИ «Респиратор» МЧС РОССИИ», ДНР, Донецк, Россия. Научные интересы: разработка, усовершенствование и оценка эффективности средств пожаробезопасности материалов и оборудования для угольных шахт.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Plotnikov Denis A. - Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Department of "Technospheric Safety", Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia. Scientific interests: searching for optimal methods and means of fire protection of building structures, fire safety systems for construction sites, resource conservation, and utilization of coal mining waste.

Mamaev Valeriy V. - D. Sc. (Eng.), Professor, senior research fellow, chief engineer at the State Institution "Research Institute "Respirator" of the EMERCOM of Russia", DPR, Donetsk, Russia. Scientific interests: development, improvement, and evaluation of the effectiveness of fire safety means for materials and equipment for coal mines.

Статья поступила в редакцию 31.10.2024; одобрена после рецензирования 15.11.2024; принята к публикации 22.11.2024.

The article was submitted 31.10.2024; approved after reviewing 15.11.2024; accepted for publication 22.11.2024.

Строитель Донбасса. 2024. Выпуск 4-2024. С. 66-72. ISSN 2617-1848 (print)
The Builder of Donbass. 2024. Issue 4-2024. P. 66-72. ISSN 2617-1848 (print)

Научная статья
УДК 622
doi: 10.71536/sd.2024.4c29.9

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В МОРСКИХ УГОЛЬНЫХ ПОРТАХ

Вячеслав Сергеевич Шмелев¹

¹Национальный исследовательский технологический университет МИСИС, Москва, Россия,
¹shmelev.viacheslav21@gmail.com, ¹<https://orcid.org/0000-0002-3108-261>

Аннотация. Роль морских портов в транспортной инфраструктуре страны носит комплексный и многогранный характер, обеспечивая эффективное функционирование и развитие экономики страны. Морские порты являются ключевыми узлами для транспортировки товаров на дальние расстояния, что позволяет существенно снижать затраты на логистику и увеличивать объем перевезенных грузов, что делает морские перевозки наиболее выгодным способом перевозки грузов.

Связывая внутренние и международные рынки, морские порты способствуют расширению экспортного потенциала страны. Они обеспечивают доступ отечественных производителей к зарубежным рынкам, что ведет к увеличению объемов экспортируемой продукции и улучшению платежного баланса.

Для устойчивого развития портовой отрасли необходимо соблюдать социально-экологический баланс и соответствовать современным требованиям безопасности, что включает в себя увеличение портовых мощностей, своевременную модернизацию оборудования и внедрение новых технологий, в том числе и природоохранных.

В данной статье рассматриваются ключевые проблемы портовой отрасли России, на примере угольных морских портов, влияющие на обеспечение экологической безопасности, и механизмы снижения влияния экологических рисков на развитие портов.

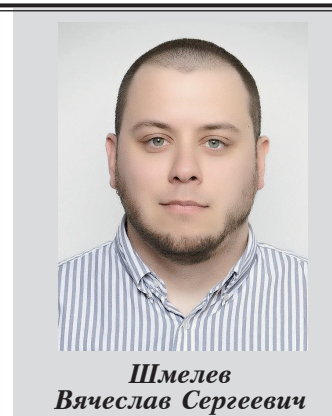
Ключевые слова: морские порты, угольная пыль, антропогенное воздействие, уголь, экология, охрана окружающей среды, наилучшие доступные технологии, устойчивое развитие

Original article

PROBLEMS OF ENVIRONMENTAL SAFETY IN SEA COAL PORTS

Vyacheslav S. Shmelev¹

¹National Research Technological University "Moscow Institute of Steel and Alloys", Moscow, Russia,
¹shmelev.viacheslav21@gmail.com, ¹<https://orcid.org/0000-0002-3108-261>



Abstract. The role of seaports in the country's transport infrastructure is complex and multifaceted, ensuring the effective functioning and development of the country's economy.

Seaports are key hubs for transporting goods over long distances, which allows to significantly reduce logistics costs and increase the volume of transported goods, making sea transportation the most profitable way of transporting goods.

By linking domestic and international trading markets, seaports contribute to the expansion of the country's export potential. They provide access for domestic producers to foreign markets, which leads to an increase in the volume of exported products and an improvement in the balance of payments.

For the sustainable development of the port industry, it is necessary to maintain a social and environmental balance and meet modern safety requirements, which includes increasing port capacity, timely modernization of equipment and the introduction of new technologies, including environmental ones.

This article is studying the key problems of the Russian port industry, using coal sea ports as an example, affecting environmental safety, and mechanisms for reducing the impact of environmental risks on port development.

Keywords: sea ports, coal dust, anthropogenic impact, coal, ecology, environmental protection, best available technologies, sustainable development

© Шмелев В. С., 2024

ВВЕДЕНИЕ

Морские порты представляют собой организационно-технические комплексы, оказывающие существенное влияние на экономический рост Российской Федерации и являющиеся важной составляющей стратегической транспортной системы. Учитывая географическую протяженность России и ее богатые природные ресурсы, морские порты выступают как ключевое звено в экспорте и импорте таких товаров, как уголь, нефть, газ, металлургическое сырье, зерно и древесина.

За последние годы морские порты России столкнулись с рядом проблем, вызванных как внешними факторами, так и внутренними. Одними из внешних факторов являются геополитические ограничения и санкции, наложенные на некоторые российские морские порты. В условиях напряженности международных отношений эти политические ограничения оказывают отрицательное влияние на привлекательность портов для иностранных инвесторов, развитие торговых партнерств и интеграцию в международные логистические цепи.

Среди внутренних факторов, препятствующих развитию морских портов России, следует отметить ограниченный доступ к финансированию и инвестициям. Недостаток финансирования затрудняет реализацию проектов по модернизации и расширению портовой инфраструктуры, а также внедрению новых технологий, к которым российские порты не могут получить доступ и по причине геополитических ограничений и санкций. Необходимо отметить, что несвоевременность замены оборудования в морских портах приводит к аварийным ситуациям, которые влекут за собой как экономические потери, так и снижение уровня производственной и экологической безопасности.

Несмотря на все факторы, влияющие на работу морских портов, обработка и отгрузка более половины всех грузов страны должна осуществляться бесперебойно, обеспечивая положительную динамику экономики страны. При этом важно соблюдать баланс — находясь на стыке городских и социальных проблем, соответствовать требованиям экологической безопасности, минимизировать негативное воздействие и предотвращать нанесение ущерба на компоненты окружающей среды и здоровье населения.

ПРОБЛЕМЫ УГОЛЬНЫХ ПОРТОВ РОССИИ

Обеспечение экологической безопасности в морских портах — это комплекс мероприятий и действий, направленных на минимизацию негативного воздействия хозяйственной деятельности портов на окружающую среду и морскую экосистему. Основная цель обеспечения экологической безопасности в морских портах состоит в предотвращении загрязнения морской среды, сохранении биоразнообразия и обеспечении устойчивого использования природных ресурсов морей и океанов.

Для обеспечения экологической безопасности в морских портах осуществляется контроль объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и в воду,

мониторинг качества воздуха и воды в портовых территориях и на границе санитарно-защитной зоны, организация раздельного сбора и утилизации отходов, а также проведение обучающих программ по экологическим вопросам для персонала порта и моряков.

Важным аспектом обеспечения экологической безопасности в морских угольных портах является применение современных технологий и инноваций, направленных на уменьшение экологического следа портовой инфраструктуры, что включает в себя использование экологически чистых видов топлива для судов, оборудование портовых кранов системами улавливания выбросов и другие меры, способствующие снижению негативного воздействия портов на окружающую среду.

Органы государственного надзора регулярно осуществляют проверки морских портов для обеспечения их соответствия законодательству и стандартам безопасности. В процессе проверок проводятся контрольные мероприятия, направленные на оценку состояния инфраструктуры порта, соблюдение правил эксплуатации судоходных объектов, обеспечение безопасности судоходства, а также соответствие экологическим требованиям. По состоянию на конец 2022 года наибольшее количество проверок хозяйственной деятельности морских портов проведено со стороны Росприроднадзора, Ростехнадзора и Ростройнадзора.

Органы надзора осуществляют проверки технического состояния причалов, оборудования порта, систем безопасности, соблюдения процедур обращения с опасными грузами и топливом, а также контроля за обращением с отходами. При выявлении нарушений или несоответствий требованиям законодательства и стандартам безопасности, инспекции могут применять административные меры или выдавать предписания о устранении выявленных недостатков.

Регулярные проверки морских портов органами государственного надзора играют важную роль в обеспечении безопасности судоходства, защите окружающей среды и предотвращении чрезвычайных ситуаций, связанных с деятельностью портового комплекса. Важно, чтобы контрольные мероприятия проводились систематически и охватывали все аспекты деятельности портов для обеспечения их эффективного и безопасного функционирования.

Вопросы обеспечения экологической безопасности в морских портах взаимосвязаны с повышением эффективности работы. Одна из центральных задач для развития морской отрасли состоит в повышении пропускной способности портов и уменьшении времени обработки судов с целью ускорения грузоперевозок и снижения транспортных издержек. Для морских портов, как для социально ориентированного бизнеса, важно соблюдать баланс экономических, социальных и экологических факторов. Факторы, влияющие на работу морского порта и в частности на обеспечение экологической безопасности можно разделить на две группы: внешние и внутренние. Внешние сдерживающие факторы — это те факторы, на которые руководство и персонал морского порта повлиять не могут. Примерами внешних факторов являются — климатические характеристики региона,



Рис. 1. Ключевые факторы, влияющие на экологическую безопасность

политические и экономические барьеры, пропускная способность железных дорог и пр. Внутренние же факторы – это факторы, на которые руководство и сотрудники морского терминала обязаны воздействовать для повышения эффективности работы порта.

Ключевые факторы, влияющие на обеспечение экологической безопасности в морских угольных портах, представлены на рис.1.

Внешние и внутренние факторы зависимы друг от друга. Из-за санкций и экономических барьеров стала актуальной проблема своевременной замены и/или закупки нового оборудования. Также санкции усложнили процесс стратегического планирования, что в свою очередь также снижает уровень обеспеченности экологической безопасности в морском угольном порту.

ВНЕШНИЕ ФАКТОРЫ

1. Стесненные условия развития.

В настоящее время в реестр морских портов России включены 67 портов, 900 портовых комплексов мощностью около 800 млн. тонн, протяженностью причального фронта порядка 150 тысяч погонных метров. Крупнейшие морские порты страны строились как градообразующие предприятия и фактически сначала строился порт, а уже вокруг него возводилась городская застройка. Яркими примерами таких городов являются Мурманск, Туапсе, Находка и Владивосток. Раньше расположение морского порта в черте города казалось преимуществом, но с развитием портовой инфраструктуры такое соседство привело к ряду ограничений для работы морских терминалов. Перевалка угля ведется в 68 морских портах.

Морские порты, как и любой объект, оказывающий негативное воздействие на окружающую среду (далее – НВОС), обязаны осуществлять хозяйствен-

ную деятельность [1] с обязательным соблюдением природоохранного и санитарно-эпидемиологического законодательства. Практически все морские порты России по уровню негативного воздействия на окружающую среду относятся к объектам II категории – то есть объектам, оказывающим умеренное негативное воздействие. В рамках соблюдения природоохранного законодательства порты обязаны иметь ряд разрешительной документации для осуществления хозяйственной деятельности во внутренних морских водах РФ [2]. Также морские порты обязаны устанавливать санитарно-защитную зону, с учетом рассеивания загрязняющих веществ и внести границы в ЕГРН.

В настоящее время градостроительная обстановка сложилась так, что непосредственно на границах СЗЗ морских портов находится жилая застройка. В связи с этим для портов появляется ряд ограничений, связанных с объемами и местами размещения перерабатываемого груза, и морским портам постоянно приходится ограничивать свои мощности и размещать грузы с учетом градостроительной обстановки, что в свою очередь значительно снижает возможности порта.

Также необходимо учитывать, что порты работают круглосуточно, а это в свою очередь накладывает ограничение на работу порта в части шумовой нагрузки и приводит к дискомфорту и жалобам населения.

2. Несовершенство природоохранного законодательства.

Отраслевые документы стратегического планирования в качестве национальных целей и стратегических задач развития Российской Федерации определяют увеличение мощностей морских портов Российской Федерации, включая порты Дальневосточного, Северо-Западного, Азово-Черноморского бассейнов, увеличение грузопотока по Северному

морскому пути [3], а также предусматривают необходимость обеспечения грузовладельцам повышения конкурентоспособности российской продукции на внутреннем и внешнем рынках [4]. Достижение поставленных целей в условиях санкционного давления на российскую экономику и переориентации рынков сбыта требует от стивидорных компаний оперативного изменения осуществляемой хозяйственной деятельности с последующим оформлением (внесением изменений) комплекса разрешительных документов природоохранной направленности.

Существенных временных затрат, не всегда позволяющих оперативно подстраиваться под динамично меняющиеся рыночные условия, требуют два блока вопросов, связанных с проведением оценки воздействия на окружающую среду, общественных обсуждений и последующего прохождения государственной экологической экспертизы.

Учитывая нормы Федерального закона от 31.07.1998 № 155-ФЗ «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации» [5], определяющие перечень объектов государственной экологической экспертизы, от стивидорных компаний, помимо положительных заключений на строительство (реконструкцию) объектов инфраструктуры морских портов, требуется получение положительного заключения на документацию, обосновывающую деятельность по перевалке (перегрузке) во внутренних морских водах и в территориальном море (в рабочем порядке называемое «заключение на деятельность»).

Такая документация содержит информацию о характеристиках планируемой (намечаемой) хозяйственной и иной деятельности, оценку её воздействий на окружающую среду (степень, характер, масштаб, зона распространения воздействий, а также прогнозирование изменений состояния окружающей среды при реализации планируемой (намечаемой) хозяйственной и иной деятельности, экологических и связанных с ними социальных и экономических последствий) и иные сведения, с их последующим отражением в положительном заключении государственной экологической экспертизы.

Таким образом, положительное заключение государственной экологической экспертизы на документацию, обосновывающую хозяйственную деятельность по перевалке (перегрузке) во внутренних морских водах и в территориальном море включает сведения об объекте с указанием объема перевалки (перегрузки), номенклатуры перегружаемых грузов, способах доставки грузов, местах (площадках) их перевалки (перегрузки) и хранения, условиях хранения, описании соответствующей технологии производства работ. Данные сведения непосредственно связаны с определением источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, проведением расчетов выбросов и, соответственно, расчетов рассеивания, обоснованием размеров и границ санитарно-защитной зоны морских портов.

В соответствии с Федеральным законом от 23.11.1995 № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе» [6] положительное заключение государственной экологической экспертизы теряет юридическую силу в случае

внесения изменений в проектную и иную документацию. В текущих экономических и санкционных условиях любые действия по оптимизации и адаптации хозяйственной деятельности морских портов сопряжены с изменением номенклатуры грузов, объемов перевалки (перегрузки), но при этом такие изменения не всегда приводят к увеличению оказываемого негативного воздействия, необходимости изменения санитарно-защитной зоны, но неизбежно приводят к отклонению от документации, на которую получено положительное заключение государственной экологической экспертизы. Что в свою очередь приводит к дополнительной финансовой и административной нагрузке на стивидорные компании.

3. Климатические характеристики.

Климатические особенности регионов России вносят свой вклад в работу морских портов. Есть несколько основных природных явлений, которые приводят как к снижению производительности порта, так и к повышению вероятности возникновения ситуаций, приводящих к загрязнению окружающей среды:

- Ледовитость и зимние условия: в северных регионах России порты сталкиваются с проблемой образования льда, особенно в зимний период. Это затрудняет работу портов, ограничивает доступ к ним для судов и требует использования ледоколов, что приводит к задержкам в обслуживании судов. Низкие температуры приводят к изменению характеристики груза, так уголь очень часто поступает в смерзшемся состоянии и его технически невозможно перевалить и даже выгрузить из полувагонов. У процесса смерзания есть и ещё одна сопутствующая проблема — пыление. В угольном концентрате есть естественная влага, и если в летний период она быстро испаряется, то в зимний — кристаллизуется. И уголь начинает пылить [7].

- Стихийные бедствия: частые штормы, ураганы, повышение уровня воды и другие природные явления могут оказывать негативное воздействие на морские порты, повреждать инфраструктуру, причалы и оборудование портов, а также угрожать безопасности судов и персонала. Такие природные условия принято называть неблагоприятными метеорологическими условиями (далее — НМУ). На периоды НМУ в портах разработаны планы мероприятий по внесению ограничений в процесс перевалки грузов, вплоть до полного прекращения работы с целью минимизации негативного воздействия на окружающую среду [8].

- Продолжительность навигационного сезона: в ряде портов России продолжительность навигационного сезона ограничена климатическими условиями. Короткий сезон может приводить к перегрузке портов в ограниченные периоды времени, что создаст сложности в обработке грузов, что может привести к дополнительной антропогенной нагрузке.

Учитывая все эти факторы, климатические особенности регионов России оказывают негативное влияние на работу морских портов, требуя разработки эффективных стратегий адаптации, управления рисками и модернизации инфраструктуры для обеспечения устойчивого функционирования портов в условиях изменяющегося климата.

ВНУТРЕННИЕ ФАКТОРЫ

1. Износ основного оборудования и несвоевременное обслуживание.

Следствием распада Советского Союза, повсеместной приватизации и общей экономической нестабильности России 90-х годов является то, что морские порты страдают из-за износа основного оборудования, что негативно влияет на мощность терминалов и существенно снижает конкурентоспособность. Также необходимо отметить, что большинство морских портов годами использовали зарубежную порталную технику и, в связи с санкциями недружественных стран и прочими экономическими барьерами, производить своевременное обслуживание и замену технологических компонентов оборудования стало практически невозможно. Российские стивидорные компании активно ищут отечественные и зарубежные аналоги, но некоторые проекты пришлось поставить «на паузу», пока не будет найдено эффективное решение.

Существенным фактором, влияющим на работу морских терминалов, является износ и разрушение объектов ГТС, начиная от состояния причалов и причальных стенок и заканчивая цехами, складами и системами водоотведения. Как говорилось ранее, портовая инфраструктура РФ и многие технические решения уже не соответствуют текущим запросам морских операторов и требует модернизации, а зачастую и полной перестройки. Имеются примеры промышленных объектов, находящихся в водоохранной зоне, которые фактически находятся в аварийном состоянии и требуют ликвидации с последующими рекультивационными мероприятиями.

Применение не самого эффективного оборудования и превышение технологических норм приводит к дефициту провозной способности железной дороги, проблемам со своевременной отгрузкой грузов и как следствие ухудшению состояния окружающей среды. Систематические нарушения природоохранного законодательства приводят к временной приостановке деятельности морских портов в соответствии с Главой 8 КоАП РФ.

В свою очередь, из-за того, что перевалка грузов в портах осуществляется с использованием дешёвых технологий и превышением технологических норм, часто образовывается транспортный коллапс на подъезде к портам, появляется дефицит провозной способности железной дороги, а также ухудшается экологическая обстановка прилегающих территорий [9]. Порты были вынуждены периодически приостанавливать работу угольных терминалов на несколько дней из-за предписаний Росприроднадзора по причине превышения нормативов предельно допустимых выбросов угольной пыли в атмосферу.

Существенным фактором, влияющим на обеспечение экологической безопасности, является соблюдение регламентов проведения технического обслуживания основного и вспомогательного оборудования. Несвоевременное обслуживание оборудования в морских портах может иметь серьезные последствия, включая экологические аварии. На-

пример, недостаточное техническое обслуживание кранов, насосов, трубопроводов и другого оборудования может привести к утечкам опасных веществ в морскую среду. Это может произойти из-за коррозии, износа или разрыва оборудования, что создаст риск загрязнения воды и окружающей среды [10].

Возможные последствия таких экологических аварий включают разлив нефти, химические выбросы, загрязнение воды токсичными веществами, что может негативно повлиять на морскую фауну и флору, а также на здоровье людей, зависящих от морских ресурсов.

Один из примеров, когда нарушение требований производственной безопасности привело к значительному ущербу окружающей среде – это разлив дизельного топлива в Норильске в 2020 году. В мае 2020 года в городе Норильске произошел серьезный экологический инцидент – разлив дизельного топлива возле ТЭЦ-3. Затопление подземного хранилища привело к выбросу около 21 тысячи тонн топлива в окружающую среду. Это привлекло внимание мирового сообщества из-за масштабов загрязнения реки Ангары и окружающей территории. Ситуация вызвала серьезную обеспокоенность экологов и властей из-за угрозы для здоровья людей и местной фауны. Для ликвидации происшествий и восстановления природной среды требуется разработка и проведение комплекса мероприятий. Загрязнение реки Ангары и прилегающих территорий создает опасность для местной фауны и флоры, а также может повлечь за собой проблемы для здоровья жителей района.

Масштабы утечки топлива требуют немедленных и эффективных мероприятий по очистке пострадавших территорий и восстановлению экосистемы. Кроме того, необходимо провести расследование причин и обстоятельств происшествия, чтобы предотвратить подобные инциденты в будущем.

Этот случай в Норильске является напоминанием о важности строгого соблюдения экологических стандартов и контроля за промышленными объектами для предотвращения причинения ущерба окружающей среде. Необходимо предпринять все возможные усилия для минимизации негативного воздействия промышленных процессов на окружающую природу и обеспечения устойчивого взаимодействия человека с окружающей средой.

Одним из возможных решений и последующей модернизации существующего состояния гидротехнических сооружений может стать программа по взаимодействию государственными органами, по принципу, схожему с тем, что применяется для реализации инвестиционно-строительных проектов на условиях государственно-частного партнерства. Целями такого сотрудничества являются: для государства – это повышение качества услуг, предоставляемых населению за счет создания объектов капитального строительства, а для бизнеса – это устойчивое получение доходов, уменьшение инвестиционных рисков, повышение профессиональной статустности [11].

2. Неэффективная работа с опасными грузами.

Работа с опасными грузами в морских портах является крайне важным и ответственным процессом, тре-

бующим высокого уровня организации и соблюдения всех необходимых мер безопасности. Однако, в некоторых случаях возможны ситуации, когда работа с опасными грузами в портах становится неэффективной.

Причины неэффективной работы с опасными грузами в морских портах могут быть различными. Это может быть связано с недостаточной подготовкой персонала, несоблюдением правил и стандартов безопасности, отсутствием необходимого оборудования или инфраструктуры, а также недостаточным контролем и мониторингом процессов обработки опасных грузов.

Неэффективная работа с опасными грузами может привести к серьезным последствиям, таким как аварии, утечки опасных веществ, загрязнение окружающей среды, угроза здоровью и безопасности людей. Поэтому важно внимательно следить за процессом работы с опасными грузами, уделять должное внимание обучению персонала и соблюдению всех правил и мер безопасности.

Одним из примеров неэффективной работы с опасными грузами является самовозгорание угля. В таблице 1 приведены сведения по возникновению ситуаций, приведших к возгоранию на угольных терминалах.

Таблица 1.
Данные по самовозгоранию углей в морских портах РФ [12].

Дата	Место
20.12.2001	ОАО «Восточный Порт» п. Врангель, Приморский край
09.06.2007	ООО «Светловская стивидорная компания» г. Светлый, Калининградская обл.
31.07.2007	ООО «Азовский морской порт» г. Азов, Ростовская обл.
07.09.2011	ООО «Восточный лесной порт» г. Находка, Приморский край
15.09.2011	ООО «Восточная стивидорная компания» г. Находка, Приморский край
12.07.2012	ОАО «Восточный порт» г. Находка, Приморский край
03.09.2012	ЗАО «Порт Восточные Ворота – Приморский Завод» г. Находка, Приморский край
18.11.2013	ООО «Восточная стивидорная компания» г. Находка, Приморский край
17.12.2014	ООО «Восточный порт» г. Находка, Приморский край
23.11.2015	ООО «ВУТ» г. Находка, Приморский край

Важно отметить, что на самовозгорание угля могут повлиять и климатические условия, но в случаях, указанных в таблице 1, основной причиной являлась неэффективная работа с опасными грузами, в частности превышение сроков хранения углей, нарушение формирования штабеля на складах и засоренность углей инородными предметами (тряпки, дерево и т.п.).

3. Обучение и квалификация персонала.

Недостаток квалифицированного и обученного персонала является проблемой для некоторых морских портов России [13]. Недостаток специалистов с требуемыми навыками может замедлять развитие

портовой инфраструктуры и повышать риски при выполнении сложных операций. Необходимо учитывать, что для обеспечения экологической безопасности важно четко выполнять рабочие технологические карты (далее – РТК), в которых помимо регламента выполнения производственных работ, прописаны и требования в части охраны окружающей среды. Пример: во многих РТК угольных портов прописана высота, с которой должна производиться выгрузка угля в трюм судна или на штабель, – 5 метров. Зарплата докеров напрямую зависит от того, сколько физически он перегрузил угля, а соблюдение высоты опускания грейфера значительно снижает скорость погрузки [13]. Как итог докер должен выбирать – либо он принесет в семью больше денег, либо будет соблюдать требования РТК, но фактически получит меньшую зарплату. В экологически ориентированных компаниях за такими вопросами следят и могут штрафовать сотрудников за нарушения РТК, но таких компаний, к сожалению, не так много.

Также необходимо отметить, что зачастую наблюдается низкая профессиональная осведомленность сотрудников в области экологической безопасности, что представляет собой значительное препятствие для обеспечения устойчивого развития и эффективного управления вопросами охраны окружающей среды. Недостаточные знания и понимание основных принципов экологической устойчивости могут привести к причинению ущерба окружающей среде и штрафным санкциям.

Экологическое просвещение среди персонала играет определяющую роль в формировании глубокого понимания важности устойчивого развития и сохранения окружающей среды. Работник предприятия должен помимо своих основных функциональных задач осознавать, где и на каком этапе работы его труд может привести к загрязнению окружающей среды.

4. Ограниченный горизонт планирования.

Ограниченный горизонт планирования развития морских портов в России может быть объяснен с различных научных исследовательских позиций. Финансовые аспекты, включая недостаточное финансирование и неравномерное распределение инвестиций, играют значительную роль в ограничении перспектив глубокой и долгосрочной стратегии развития портов. Политическая нестабильность также оказывает серьезное воздействие на возможность принятия и реализации стратегических решений, замедляя процесс планирования и внедрения инноваций.

С другой стороны, технологические изменения и быстрое развитие современных технологий транспорта могут потребовать быстрой адаптации портовой инфраструктуры, что, в свою очередь, может ограничить возможности для долгосрочного планирования. Важное значение имеют также экономические факторы, в том числе торговый спрос и экономическая конъюнктура, которые определяют уровень неопределенности и рисков в процессе планирования развития морских портов.

Необходимость соблюдения экологических норм и стандартов также сказывается на перспективах развития портов, учитывая ограничения и требования,

связанные с охраной окружающей среды. В целом, комплексное рассмотрение данных факторов позволяет понять основные причины ограниченного горизонта планирования морских портов в России и выделить ключевые аспекты, влияющие на развитие портовой инфраструктуры в стране.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для того чтобы современный порт отвечал природоохранным требованиям и показывал стабильный экономический рост необходимо совершенствование технологического процесса с применением самого современного оборудования.

Экологические требования с каждым годом ужесточаются все больше и больше, и морские порты оказываются в сложной ситуации: санкции и экономические барьеры в разной степени снизили выручку стивидорных компаний, но при этом в части обеспечения экологической безопасности требуется внедрение новейших технологий.

Для решения текущих проблем обеспечения экологической безопасности есть два принципиально разных подхода к достижению цели выполнения компаниями природоохранного законодательства: ужесточение требований с последующими штрафными санкциями и, в том числе, прекращение работы тех или иных компаний или поиск совместных путей для решения как внешних факторов, так и привлечения дополнительных инвестиций для стимулирования предприятий к переходу на наилучшие доступные технологии для решения внутренних проблем.

Список литературы

1. Закон Российской Федерации «Федеральный закон от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ // Российская газета.
2. Заостровских, Е. А. Особенности развития угольных портов Дальнего Востока России / Е. А. Заостровских // Регионалистика. – 2020. – Т. 7, № 1. – С. 30-45. – DOI 10.14530/reg.2020.1.30. – EDN PJDWUX.
3. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 27.11.2021 № 3363-р Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».
4. Закон Российской Федерации «Федеральный закон от 23.11.1995 № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе» от 23.11.1995 // Российская газета.
5. Закон Российской Федерации «Федеральный закон от 31.07.1998 N 155-ФЗ (ред. от 19.10.2023) «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации» от 31.07.1998 // Российская газета.
6. Губанова, М. А. Состояние, проблемы и перспективы развития портовой инфраструктуры / М. А. Губанова, Л. А. Иванченко // Актуальные проблемы авиации и кос-

монавтики. – 2018. – Т. 3, № 4(14). – С. 171-173. – EDN YWPIKT.

7. 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/aviprom.2023.10.12. – EDN KDJXKA.
8. Северный уголь — холодная добыча // Территория недروпользователей dprom.online URL: <https://dprom.online/chindustry/severnyj-ugol-holodnaya-dobycha/> (дата обращения: 04.08.2024).
9. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».
10. Иванов, Г. В. Расчет выделения пыли на углеперерабатывающем предприятии / Г. В. Иванов, Л. А. Шевченко, Н. С. Михайлова. – Кемерово: КузГТУ, 2015. – 24 с. – Текст : непосредственный.
11. Сычева, И. В. Повышение эффективности управления инвестиционно-строительными проектами государственно-частного партнерства в условиях риска / И. В. Сычева, А. А. Мальцева, Е. Г. Владыкин // Строитель Донбасса. – 2023. – № 2(23). – С. 43-48. – EDN VFZWHI.
12. Москаленко, А. Д. Пожарные ситуации при перевозке каменных углей / А. Д. Москаленко, Т. В. Плют // Транспортное дело России. – 2015. – № 6. – С. 145-148. – EDN VLMVEZ.
13. Сугробов, М. Д. Современное состояние, проблемы и перспективы развития инфраструктуры портовых комплексов водного транспорта / М. Д. Сугробов // Концептуальные проблемы экономики и управления на транспорте: взгляд в будущее : труды международной научно-практической конференции, Москва, 19 октября 2023 года. – Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2023. – С. 292-294. – EDN KZXKPH.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Шмелев Вячеслав Сергеевич – аспирант кафедры «Безопасность и экология горного производства» Национального исследовательского технологического университета МИСИС, Москва, Россия. Научные интересы: экология, устойчивое развитие, горные науки, науки о Земле.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Shmelev Vyacheslav S. - Postgraduate Student, Department of Safety and Ecology of Mining Production, National Research Technological University Moscow Institute of Steel and Alloys, Moscow, Russia. Scientific interests: ecology, sustainable development, mining sciences, Earth sciences.

Статья поступила в редакцию 23.10.2024; одобрена после рецензирования 15.11.2024; принята к публикации 22.11.2024.

The article was submitted 23.10.2024; approved after reviewing 15.11.2024; accepted for publication 22.11.2024.

Строитель Донбасса. 2024. Выпуск 4-2024. С. 73-79. ISSN 2617-1848 (print)
The Builder of Donbass. 2024. Issue 4-2024. P. 73-79. ISSN 2617-1848 (print)

Научная статья
УДК 622
doi: 10.71536/sd.2024.4c29.10

ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В МОРСКИХ УГОЛЬНЫХ ПОРТАХ

Вячеслав Сергеевич Шмелев¹; Александр Викторович Мясков²; Артемий Александрович Мясков³; Елена Витальевна Севостьянова⁴; Марина Александровна Сухорукова⁵

^{1,2,3,4,5}Национальный исследовательский технологический университет МИСИС, Москва, Россия,
¹shmelev.viacheslav21@gmail.com, ¹<https://orcid.org/0009-0009-7792-3640>, ²myaskov@misis.ru, ³myaskov@misis.ru, ⁴SEVgreenconsult@yandex.ru, ⁵marinasuhruk242822@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрена актуальная проблема внедрения автоматизированных систем мониторинга окружающей среды для обеспечения экологической безопасности в морских угольных портах. Проанализирована необходимость использования передовых технологий в сфере информационных технологий. Особое внимание уделяется преимуществам автоматизированных систем, их способности обеспечивать непрерывный мониторинг и своевременное реагирование на изменения в окружающей среде. Статья содержит практические рекомендации по внедрению автоматизированных систем контроля состояния окружающей среды для условий морских портов с целью минимизации антропогенного воздействия и обеспечения соблюдения требований природоохранного законодательства и экологической безопасности.

Морские порты и, в частности, угольные порты обязаны не только соблюдать требования санитарно-эпидемиологического законодательства, но и показывать стабильное снижение негативного воздействия, путем внедрения наилучших доступных технологий и применением мирового опыта ведения погрузочно-разгрузочных работ. Внедрение автоматизированных систем мониторинга становится ключевым направлением в улучшении управления экологической безопасностью. Такие системы позволяют собирать и анализировать большие объемы данных о состоянии окружающей среды в реальном времени, что обеспечивает оперативное принятие мер по предотвращению возможных экологических чрезвычайных ситуаций. Эффективное использование автоматизированных систем мониторинга способствует сокращению рисков загрязнения окружающей среды, улучшению управления ресурсами и созданию более благоприятной экологической обстановки в морских угольных портах. В целом, статья предлагает важные рекомендации и решения для реализации подобных систем в портах с целью повышения уровня экологической безопасности и сокращения негативного воздействия на природу.

Ключевые слова: морские порты, автоматизированный контроль состояния окружающей среды, антропогенное воздействие, экология, охрана окружающей среды, наилучшие доступные технологии, устойчивое развитие

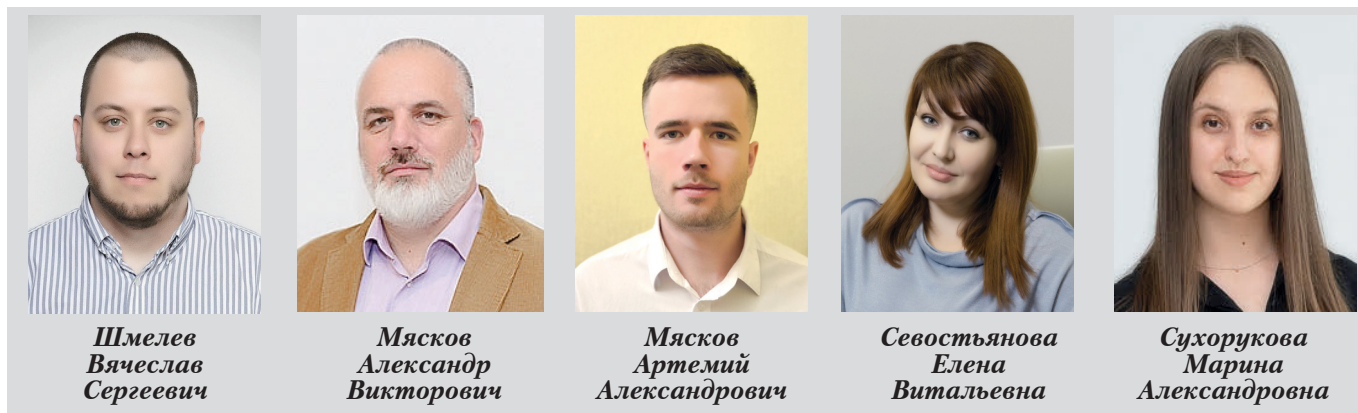
Original article

IMPLEMENTATION OF AUTOMATED ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEMS TO ENSURE ENVIRONMENTAL SAFETY IN SEA COAL PORTS

Vyacheslav S. Shmelev¹; Alexander V. Myaskov²; Artemy A. Myaskov³; Elena V. Sevostyanova⁴; Marina A. Sukhorukova⁵

^{1,2,3,4,5}National Research Technological University "Moscow Institute of Steel and Alloys", Moscow, Russia,
¹shmelev.viacheslav21@gmail.com, ¹<https://orcid.org/0009-0009-7792-3640>, ²myaskov@misis.ru,
³myaskov@misis.ru, ⁴SEVgreenconsult@yandex.ru, ⁵marinasuhruk242822@yandex.ru

© Шмелев В. С., Мясков А. В., Мясков А. А., Севостьянова Е. В., Сухорукова М. А., 2024



*Шмелев
Вячеслав
Сергеевич*

*Мясков
Александр
Викторович*

*Мясков
Артемий
Александрович*

*Севостьянова
Елена
Витальевна*

*Сухорукова
Марина
Александровна*

Abstract. The article considers the current problem of implementing automated environmental monitoring systems to ensure its safety in sea coal ports. The need to use advanced technologies in the field of information technology is analyzed. Particular attention is concentrate to the advantages of automated systems, its ability to provide continuous monitoring and response to changes in the environment in time. The article contains practical recommendations for the implementation of automated environmental monitoring systems for seaport conditions in order to minimize anthropogenic impact and ensure compliance with environmental legislation and environmental safety.

Sea ports and, in particular, coal ports are required not only to comply with the requirements of sanitary and epidemiological legislation, but also to show a stable reduction in negative impacts by introducing the best available technologies and applying world experience in loading and unloading operations. The introduction of automated monitoring systems is becoming a key area in improving environmental safety management. Such systems allow collecting and analyzing large amounts of data on the state of the environment in real time, which ensures prompt adoption of measures to prevent possible environmental emergencies. Effective use of automated monitoring systems helps to reduce the risks of environmental pollution, improve resource management and create a more favorable environmental situation in sea coal ports. In general, the article offers important recommendations and solutions for the implementation of such systems in ports in order to improve the level of environmental safety and reduce the negative impact on nature.

Keywords: sea ports, automated environmental monitoring, anthropogenic impact, ecology, environmental protection, best available technologies, sustainable development

ВВЕДЕНИЕ

Под понятием «экологическая безопасность» согласно Федеральному закону РФ от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» подразумевается состояние защищенности окружающей среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий. Для того чтобы обеспечить требуемый уровень экологической безопасности (далее – ЭБ) на предприятиях применяются различные природоохранные мероприятия, модернизируется технологическое оборудование и вводятся ограничения в режимы работы. В настоящее время ни одно предприятие, даже самое современное, не может обойтись без постоянного мониторинга воздействия хозяйственной деятельности на состояние окружающей среды.

Целью экологического мониторинга является обеспечение постоянного контроля за текущим состоянием окружающей среды, анализ изменения в биологическом разнообразии, в составе воздуха, качестве воды и почвы, уровне шума и других аспектах окружающей среды. Он также позволяет отслеживать выполнение экологических норм и стандартов, которые устанавливаются государственными или международными организациями.

Необходимо отметить, что экологический мониторинг бывает разного масштаба: глобальный, национальный, региональный и локальный. В рамках ведения хозяйственной деятельности промышленные предприятия обязаны проводить производственный экологический контроль, в рамках которого осуществляется мониторинг концентраций (как в атмосферном воздухе, так и в почве, и водной среде) загрязняющих веществ на границах санитарно-защитной зоны.

Для того, чтобы осуществлять непрерывный контроль за качеством окружающей среды и ее изменениями на предприятиях вводятся системы автоматического контроля состояния окружающей среды (далее – САКОС). Эти системы помогают учитывать и анализировать различные параметры окружающей среды, такие как уровень загрязнения воздуха, воды, почвы, шумовые характеристики и другие факторы. Благодаря автоматизации процесса сбора и анализа данных, такие системы обеспечивают более точную и оперативную информацию об экологическом состоянии, что позволяет принимать своевременные меры по предотвращению загрязнений и улучшению экологической обстановки.

Морские порты, часто находящиеся в центре города, обязаны не только обеспечить соблюдение природоохранного и санитарно-эпидемиологического законодательства, но и вести постоянный

мониторинг и по возможности планировать свою деятельность в зависимости от внешних факторов для обеспечения высокого уровня экологической безопасности.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПОРТОВ

Хозяйственная деятельность в морских портах, наряду с любой производственной деятельностью, неуклонно приводит к антропогенному воздействию на окружающую среду. Даже учитывая тот факт, что обработка и транспортировка грузов посредством морского транспорта считается одним из самых выгодных и безопасных способов экспорта и импорта товаров, при несоблюдении природоохранных и санитарно-эпидемиологических норм объем антропогенной нагрузки на окрестности портовых зон может стать источником серьезных экологических проблем.

Морские порты России занимаются перегрузкой всех видов грузов, но самыми «сложными» с точки зрения соблюдения природоохранных требований и недопущения нанесения ущерба окружающей среде являются наливные грузы (такие как нефть и продукты нефтепереработки) и навалочные сыпучие грузы (уголь, руда, минеральные удобрения, сера и прочие). Согласно Федеральному закону № 261-ФЗ от 08.11.2007 опасными грузами принято считать грузы, физико-химические свойства которых при перевозке, перевалке и хранении могут создавать угрозу для жизни или здоровья человека, нанести вред окружающей среде, привести к повреждению или уничтожению материальных ценностей [1].

Вне зависимости от номенклатуры грузов, перегружаемых в морском порту, источники негативного воздействия можно разделить на три основных группы:

1. Негативное воздействие, связанное с подводом и стоянкой морских судов у причалов морского порта;
2. Хозяйственная деятельность морских портов – весь процесс разгрузочно-погрузочных работ морского порта и обеспечение порта энергоресурсами (водоснабжение, работа котельных и т.п.)

3. Работа портовой техники – большая часть крупной техники, используемой в морских портах, работает на дизельном топливе.

Все три группы оказывают воздействие на различные компоненты окружающей среды (рис. 1). При этом одни воздействия на окружающую среду в порту могут проявиться через несколько лет, тогда как другие могут отразиться сразу и сохраниться в течение нескольких десятилетий [2].

- Выбросы загрязняющих веществ: сыпучие грузы, такие как уголь, руда, зерно и цемент, без применения природоохранных мероприятий при хранении и перевалке приводят к образованию большого количества пыли и, соответственно, загрязняют атмосферный воздух. Это может приводить к неблагоприятным последствиям для окружающей среды и здоровья людей, особенно если эти грузы содержат токсичные или вредные вещества.

Данный тип загрязнения окружающей среды ключевой для морских портов, занимающихся перевалкой угля.

- Сбросы нефтесодержащих и сточных вод: разливы грузов могут привести к загрязнению воды в порту и прилегающих водных площадей. Некоторые сыпучие грузы могут содержать химические вещества, которые при попадании в воду могут привести к отравлению рыбы и других водных организмов, а также повредить экосистему. Также, при отсутствии эффективных очистных сооружений и ливневой канализации, загрязненный сток может попадать в водный объект и нанести ущерб. В текущих реалиях важно учитывать не только факт наличия очистных сооружений, но и надежность работы источников водоснабжения как питьевого значения, так и для хозяйственно-бытовых и производственных целей [3].

- Шумовое загрязнение: операции по загрузке и разгрузке сыпучих грузов сопровождаются громкими звуками и вибрациями. Это может оказывать негативное влияние на окружающих и местных жителей, а также на животных и птиц, проживающих рядом с портом.

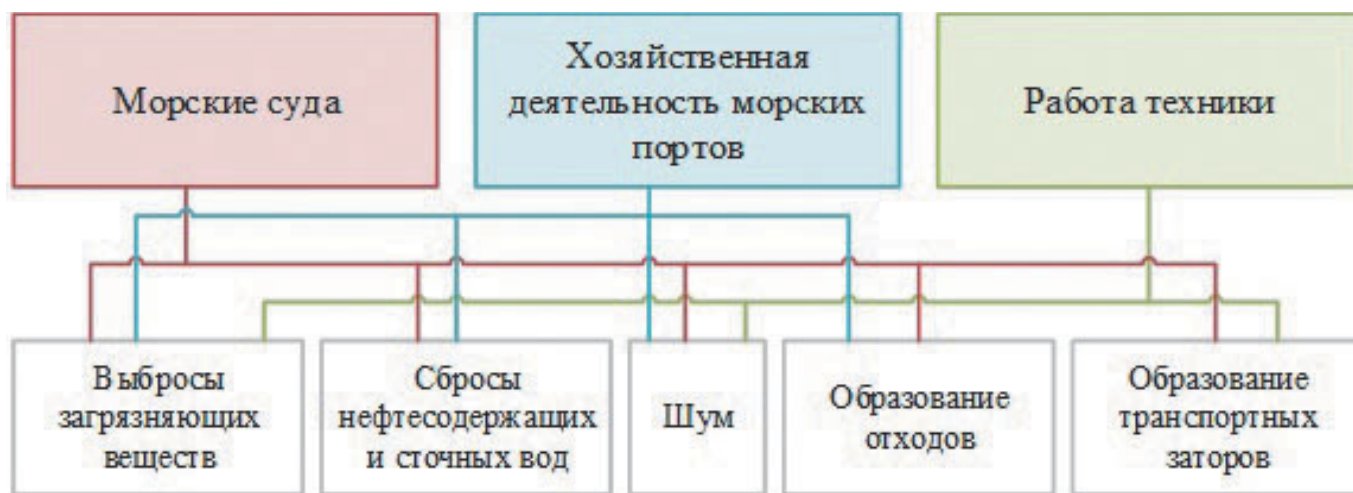


Рис. 1. Источники воздействия на ОС в морских портах

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В УГОЛЬНЫХ ПОРТАХ

Экологическая безопасность в угольных портах — это комплекс мер и действий, направленных на минимизацию антропогенного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду, здоровье людей и морскую экосистему. Основная цель обеспечения экологической безопасности в морских портах состоит в предотвращении загрязнения морской среды, сохранении биоразнообразия и обеспечении устойчивого использования природных ресурсов морей и океанов.

Одно из важнейших мероприятий, осуществляемых в морских портах для ЭБ — это осуществление мониторинга. Экологический мониторинг в морских портах является обязательным мероприятием, осуществляемым в рамках производственного экологического контроля, и регламентируется рядом законов Российской Федерации.

Следствием осуществления экологического мониторинга является разработка комплексных экологических программ и мероприятий, направленных на минимизации воздействия и снижения риска возникновения ситуаций нанесения ущерба окружающей среде. Например, на основе данных мониторинга можно рассчитать эффективность газоочистных установок, принять решение о введении новых решений или разработать план действий по минимизации негативного воздействия.

На основе анализа и оценки результатов мониторинга разрабатываются планы природоохранных мероприятий, вносятся корректировки в производственную деятельность, принимаются управленческие решения. Он служит основой для системы экологического менеджмента и содействует достижению устойчивого развития.

Экологический мониторинг проводится для каждого компонента экосистемы и зависит от конкретных условий осуществления деятельности предприятия. Для одного типа предприятий характерны проблемы, связанные с загрязнением атмосферного воздуха, для других — загрязнение поверхностных и грунтовых вод. Но зачастую промышленное предприятие оказывает негативное воздействие сразу на несколько компонентов. В случае угольных портов чаще всего ведется мониторинг двух компонентов: атмосферный воздух и водная среда.

Многолетний экологический мониторинг используется в том числе как индикатор нарушения производственных процессов. На основе данных эко-мониторинга можно строить прогнозы тенденции изменения состояния природной среды и своевременно реагировать на потенциальные проблемы. Необходимо отметить, что в правовой практике суды все чаще и чаще прибегают к результатам многолетнего мониторинга для определения виновных в правонарушении.

Экологический мониторинг, осуществляемый в угольных портах, бывает нескольких видов:

1. Постоянный мониторинг (непрерывный мониторинг): включает использование автоматизиро-

ванных систем и датчиков для непрерывного сбора данных о качестве воздуха, воды, почвы и других параметров окружающей среды. Этот тип мониторинга обеспечивает постоянное контролирование и быструю реакцию на изменения.

2. Сезонный мониторинг: также включает в себя использование автоматизированных систем и датчиков для непрерывного сбора данных о состоянии компонентов окружающей среды, но осуществляется в определенные временные интервалы, обычно в течение определенного сезона или периода года.

3. Биомониторинг: применяется не так часто, в том числе из-за того, что он основан на использовании живых организмов, таких как растения, животные или микроорганизмы в качестве индикаторов состояния окружающей среды. Применение данного вида мониторинга возможно только с привлечением специализированной аккредитованной лаборатории, которые есть не в каждом регионе нахождения морских портов.

Чаще всего морские порты ведут постоянный мониторинг состояния компонента среды, на который оказывается наиболее негативное воздействие. Морские угольные порты в большинстве своем ведут:

- инструментальный контроль за взвешенными веществами на границе санитарно-защитной зоны и на рабочих местах на промплощадке при наступлении НМУ;
- контроль за влажностью сыпучих грузов;
- мониторинг состояния атмосферного воздуха;
- контроль промышленных выбросов в атмосферу от котельной порта;
- контроль токсичности и дымности отработавших газов автотранспорта порта;
- контроль шума на границе санитарно-защитной зоны.

СУЩЕСТВУЮЩИЕ РЕШЕНИЯ В ЧАСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ЭКО-МОНИТОРИНГА

Для экологического мониторинга применяются различные современные решения, позволяющие отслеживать, контролировать и прогнозировать состояние окружающей среды при воздействии антропогенных факторов. Морские порты — объекты транспортной безопасности, где действует таможенная зона, но при этом все чаще встречаются случаи применения спутников, дронов и беспилотных летательных аппаратов для мониторинга загрязнения воздуха, воды и почвы.

Для создания современных и эффективных систем контроля и управления состоянием окружающей среды одной из наиболее эффективных автоматизированных систем мониторинга является применение технологии интернета вещей (IoT) [5].

Применяя IoT-технологии можно связать в единую сеть устройства и датчики, размещенные в различных точках морского порта, что позволяет непрерывно собирать данные о качестве воздуха, воды, почвы, уровне шума и других параметрах. Эти

данные могут транслироваться в реальном времени и анализироваться для выявления трендов, прогнозирования изменений и принятия оперативных мер.

Среди российских стивидорных компаний есть примеры создания систем на основе IoT-технологий для экологического мониторинга. Подобные системы получили название автоматизированные информационные системы контроля производственно-экологических параметров (АИС ПЭК). Основные цели АИС ПЭК:

- Прогнозирование выбросов загрязняющих веществ в ходе ведения погрузочно-разгрузочных работ и концентраций при рассеивании частиц PM_{2.5}, PM₁₀ в приземном слое с учетом климатических факторов.

- Прогноз рассеивания пыли в зависимости от расположения груза на складе (высота штабеля и объемы груза), режима работы техники и применения природоохранных мероприятий.

- Измерения концентрации загрязняющих веществ (общей пыли), уровня шума и других сопутствующих параметров в режиме реального времени

- Предоставление информации оперативному персоналу – экологическому диспетчеру в удобном и наглядном графическом виде для принятия решения по предотвращению неблагоприятных воздействий деятельности порта при ведении ПРР.

Объектом автоматизации в АИС ПЭК является мониторинг и прогнозированием экологической обстановки при ведении погрузочно-разгрузочных работ на территории морского порта, а также на границах санитарно-защитной зоны.

Примером внедрения АИС ПЭК в производственную деятельность является создание экологических диспетчерских на базе Мурманского морского торгового порта [10], Восточного порта (г. Находка) и Ростерминалугла (г. Усть-Луга).

Принцип работы экологической диспетчерской состоит в следующем: датчики контроля расположены непосредственно на промышленной площадке, данные постоянно собираются и передаются в диспетчерскую. Далее в зависимости от полученной информации и расчета прогнозных значений вносятся различные корректировки в режим работы порта, вплоть до полной остановки погрузки.

Можно выделить основные преимущества АИС ПЭК:

- С помощью датчиков, подключенных к интернету, можно осуществлять непрерывное отслеживание состояния компонентов окружающей среды и реагировать на изменения в режиме реального времени.

- Данные с датчиков могут передаваться в облако и быть доступными для анализа и управления в удаленном режиме или для передачи в органы государственного надзора.

- Благодаря автоматизации части процессов использование IoT позволяет сократить затраты на мониторинг и управление окружающей среды.

- Благодаря применению современных технологий можно быстро проанализировать большое количество данных, собранных с различных источников.

Таким образом, применение технологии IoT для экологического мониторинга открывает новые возможности для эффективного контроля за состоянием окружающей среды, обеспечивая основу для разработки мер по ее сохранению и устойчивому использованию.

Кроме того, современные геоинформационные системы (ГИС) позволяют анализировать и визуализировать данные экологического мониторинга, что помогает принимать обоснованные решения на основе полученной информации. С использованием искусственного интеллекта и машинного обучения такие системы могут предсказывать экологические изменения и предотвращать потенциальные проблемы.

Применение геоинформационных систем (ГИС) для экологического мониторинга представляет собой эффективный подход, который позволяет визуализировать и анализировать данные об окружающей среде на географической основе. ГИС объединяют пространственные данные, такие как карты, с информацией о различных параметрах окружающей среды, что позволяет получать ценные инсайты для принятия решений в области охраны окружающей среды.

Преимущества использования ГИС для экологического мониторинга:

- Пространственный анализ: ГИС позволяют проводить пространственный анализ данных, выявлять географические закономерности и взаимосвязи между различными параметрами окружающей среды.

- Визуализация: с помощью ГИС можно визуализировать данные на карте, что облегчает восприятие и понимание информации и помогает выявить проблемные области.

- Мониторинг изменений: ГИС позволяют проводить мониторинг изменений в окружающей среде на основе анализа и сравнения пространственных данных за разные периоды времени.

- Принятие решений: анализ данных с использованием ГИС помогает принимать обоснованные решения в области охраны окружающей среды, планирования территории, управления природными ресурсами и других аспектов.

- Интеграция с другими данными: ГИС позволяют интегрировать данные из различных источников, таких как датчики, спутниковые снимки, исследования и т.д., для получения комплексного представления о состоянии окружающей среды.

Таким образом, применение геоинформационных систем для экологического мониторинга играет важную роль в современном подходе к охране окружающей среды, обеспечивая возможность эффективного анализа и управления информацией о состоянии природы и ее изменениях.

Кроме перечисленных выше решений, также существуют специализированные программные продукты и приложения, которые помогают собирать, анализировать и визуализировать данные экологического мониторинга. Например, существуют онлайн-платформы, где пользователи могут делиться информацией о наблюдениях природы, загрязнении и других экологических проблемах.

Важным направлением в сфере экологического мониторинга является также использование сенсоров для отслеживания качества воздуха, воды и почвы. Эти устройства могут быть установлены как в городской среде, так и в отдаленных районах, что помогает проводить более широкий мониторинг и выявлять проблемные зоны.

Важно отметить, что современные решения в области экологического мониторинга не только помогают отслеживать состояние окружающей среды, но и способствуют принятию обоснованных решений для минимизации воздействия человеческой деятельности на природу. Развитие и внедрение таких технологий играют важную роль в сохранении экосистем и биоразнообразия нашей планеты.

В части контроля антропогенного воздействия морского порта на окружающую среду также применяются анализ, мониторинг, контроль и управление технологическими процессами. Рассмотрим ключевые примеры применения автоматизированных систем контроля состояния окружающей среды в портах морских портах.

В крупнейшем в Европе морском порту – Порт Роттердама, создана система по аналогу российской АИС ПЭК, где в режиме реального времени собираются актуальные и прогнозные данные о гидрометеорологической ситуации в районе деятельности порта, в том числе мониторинг уровня воды, скорости ветра и высоты волн [6].

Одной из ключевых особенностей системы АИС ПЭК Порты Роттердам является связь экологической диспетчерской и диспетчерской порта, где ведется контроль движения кораблей в порту и, в зависимости от метеорологической ситуации, могут менять или приостанавливать свое движение. Системы чуть проще, но с похожим функционалом также есть в портах Гамбурга, Гданьска и Лиссабона.

ПЕРСПЕКТИВА АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА УГОЛЬНЫХ ПОРТОВ

Портовая отрасль, будучи одной из старейших отраслей промышленности и транспортировки, не так восприимчива к переменам, а тем более в части обеспечения экологической безопасности. Но несмотря на это за последние 5 лет появляются новые технологии, системы и решения, причем разработчиками выступают российские компании.

Необходимость развиваться и поддерживать необходимый уровень экологической безопасности заставляет морские порты и, в частности угольные, становиться «умными». АИС ПЭК Порты Роттердам является примером достижения идеального баланса между эффективной работой морского порта и обеспечением экологической безопасности, когда автоматизированные системы мониторинга окружающей среды объединены в одну сеть с операционными диспетчерскими. Такой симбиоз позволяет корректировать работу порта не только для повышения эффективности обработки грузов, но и для повышения уровня обеспечения экологической безопасности [13].

План развития экологической безопасности путем внедрения систем «умного порт» и, в частности, автоматизированных систем мониторинга окружающей среды можно представить следующим образом:

1. Анализ текущей хозяйственной деятельности морского угольного терминала с точки зрения негативного воздействия.

2. Определение точек (как пример на границах санитарно-защитной зоны) контроля состояния окружающей среды, где отсутствует воздействие сторонних факторов (другие промышленные предприятия, котельные, жилая застройка и тд).

3. Выбор подходящих автоматизированных систем контроля окружающей среды с учетом климатических факторов региона присутствия.

4. Организация полноценной экологической диспетчерской, куда должны поступать данные с датчиков контроля.

5. Объединение экологической и операционной диспетчерской.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные технологии призваны повышать эффективность процессов и улучшать качество предоставляемых услуг. Для портовой отрасли инновационные решения и системы в сфере информационных технологий позволяют изменить существующий процесс ведения погрузочно-разгрузочных работ и повысить скорость отгрузки, при этом соблюдая технологические нормы.

Внедрение автоматизированных систем влечет за собой уменьшение риска влияния человеческого фактора на соблюдение регламентов и правил, позволяет оценить большие объемы данных и осуществлять постоянный контроль процессов в порту. Несмотря на экономические кризисы, санкции и прочие внешние факторы морские порты должны становиться умными, чтобы полностью удовлетворять запросы клиентов по всему миру.

В условиях роста объема отгрузок, роста конкуренции за груз и стыка социальных, политических, экономических факторов морские порты обязаны контролировать свое антропогенное воздействие на окружающую среду. Одним из наиболее простых и эффективных способов контроля производственной деятельности является внедрение автоматизированных систем контроля состояния окружающей среды, которые в свою очередь позволяют не только соблюдать природоохранные и санитарно-эпидемиологические требования, но и значительно повысить эффективность работ в морском порту.

Список литературы

1. Закон Российской Федерации «Федеральный закон от 08.11.2007 № 261-ФЗ (ред. от 04.08.2023) «О морских портах в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 08.11.2007 № № 261-ФЗ // Российская газета. – 2023 г. – с изм. и допол. в ред. от 04.08.2023.

2. Шмелев, В. С. Наилучшие доступные технологии как эффективное решение для угольных стивидорных компаний / В. С. Шмелев, А. В. Мясков, Е. В. Севостьянова // Горный журнал. – 2021. – № 2. – С. 69-76. – DOI 10.17580/gzh.2021.02.09. – EDN YDAFKF.
3. Заостровских, Е. А. Особенности развития угольных портов Дальнего Востока России / Е. А. Заостровских // Регионалистика. – 2020. – Т. 7, № 1. – С. 30-45. – DOI 10.14530/reg.2020.1.30. – EDN PJDWUX.
4. Nasonkina, N. G. Environmental aspects of water supply sources / N. G. Nasonkina, E. A. Feskova, L. N. Bogak [et al.] // The Builder of Donbass. – 2021. – No. 4(17). – P. 24-29. – EDN QZXYZT.
5. Шмелев, В. С. Экологический мониторинг как основа системы экологического менеджмента / В. С. Шмелев // Контроль качества продукции. – 2023. – № 12. – С. 63-64. – EDN WYTXDW.
6. Интеграция Интернета вещей / [электронный ресурс] <https://www.mokosmart.com/ru/integrating-iot-in-environment-monitoring/>
7. Smart Logistics / Port of Rotterdam / [электронный ресурс] // <https://smartport.nl/en/roadmaps-projects/smart-logistics/>
8. SMARTPORT – THE INTELLIGENT PORT / Hamburg Port Authority / [электронный ресурс] // <https://www.hamburg-port-authority.de/en/hpa-360/smartport>
9. fPerception MONITORING AIR POLLUTION FOR THE INDUSTRY / Feature forest / [электронный ресурс] // <https://www.featureforest.pl/index-en.html>
10. EOSC-hub Project / ACTION Seaport in Port of Lisbon / [электронный ресурс] // <https://www.eosc-hub.eu/sites/default/files/ACTION%20Seaport%20-%20detailed%20business%20pilot%20description%20and%20information.pdf>
11. Статья «Не чёрным по белому: Мурманский морской торговый порт решил проблему с угольной пылью» / Экологический пресс-центр / [электронный ресурс] // <http://ecopress.center/page8431938.html>
12. Сайт АО «Мурманский морской торговый порт» / [электронный ресурс] // <http://www.portmurmansk.ru/ru/sport/events/?section=full&id=78>
13. Высокотехнологичный порт Мурманска: защитный экран, умные водяные пушки и экологическая диспетчерская / Экология России / [электронный ресурс] // <https://ecologyofrussia.ru/ao-mmtp-sdelat-polyarnnyu-noch-yarkoj-a-murmansk-chistym/>
14. 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.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Шмелев Вячеслав Сергеевич – аспирант кафедры «Безопасность и экология горного производства» Национального исследовательского технологического университета МИСИС, Москва, Россия. Научные интересы: экология, устойчивое развитие, горные науки, науки о Земле.

Мясков Александр Викторович – доктор экономических наук, профессор, директор Горного института Национального исследовательского технологического университета МИСИС, Москва, Россия. Научные интересы: экология, устойчивое развитие, горные науки, науки о Земле.

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.

Севостьянова Елена Витальевна – магистрант кафедры «Безопасность и экология горного производства» Национального исследовательского технологического университета МИСИС, Москва, Россия. Научные интересы: экология, устойчивое развитие, горные науки, науки о Земле.

Сухорукова Марина Александровна – аспирант кафедры «Безопасность и экология горного производства» Национального исследовательского технологического университета МИСИС, Москва, Россия. Научные интересы: экология, устойчивое развитие, горные науки, науки о Земле.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Shmelev Vyacheslav S. - Postgraduate Student, Department of Safety and Ecology of Mining Production, National Research Technological University Moscow Institute of Steel and Alloys, Moscow, Russia. Scientific interests: ecology, sustainable development, mining sciences, Earth sciences.

Myaskov Alexander V. – D. Sc. (Econ.), Professor, Director, Mining Institute, National Research Technological University "Moscow Institute of Steel and Alloys", Moscow, Russia. Scientific interests: ecology, sustainable development, mining sciences, Earth sciences.

Myaskov Artemy A. – Bachelor, Department of Construction of Underground Structures and Mining Enterprises, National Research Technological University "Moscow Institute of Steel and Alloys", Moscow, Russia. Scientific interests: ecology, sustainable development, mining sciences, Earth sciences.

Sevostyanova Elena V. – Graduate Student, Department of Safety and Ecology of Mining Production, National Research Technological University "Moscow Institute of Steel and Alloys", Moscow, Russia. Scientific interests: ecology, sustainable development, mining sciences, Earth sciences.

Sukhorukova Marina A. – Postgraduate Student, Department of Safety and Ecology of Mining Production, National Research Technological University "Moscow Institute of Steel and Alloys", Moscow, Russia. Scientific interests: ecology, sustainable development, mining sciences, Earth sciences.

Статья поступила в редакцию 23.10.2024; одобрена после рецензирования 15.11.2024; принята к публикации 22.11.2024.

The article was submitted 23.10.2024; approved after reviewing 15.11.2024; accepted for publication 22.11.2024.

АНАЛИЗ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА, СОЗДАНЫХ НА БАЗЕ НЕДОРОГИХ СЕНСОРНЫХ ДАТЧИКОВ

Ольга Олеговна Ахмедова¹; Роман Андреевич Лясин²; Валерий Николаевич Азаров³

¹Камышинский технологический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета, Волгоградская область, Камышин, Россия

^{2,3}Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия

¹ahmedova-olga@mail.ru, ²roman.lyasin@mail.ru, ³azarovpubl@mail.ru

Аннотация. Качество воздуха регулярно измеряется с помощью стационарных станций мониторинга воздуха. Эти станции оснащены высококачественными приборами, которые соответствуют требованиям к точности данных. Стационарные станции предоставляют информацию об изменениях качества воздуха. Однако их плотность недостаточна для того, чтобы предоставлять информацию о качестве воздуха на уровне улиц. Некоторые загрязняющие вещества, особенно связанные с дорожным движением, могут демонстрировать очень высокую пространственную и временную изменчивость в пределах города или района.

Мобильный мониторинг наночастиц позволит улучшить оценки долгосрочных последствий для здоровья, оценить воздействие качества воздуха для медико-санитарные и эпидемиологические исследования, а также выработать политику действий по устранению вредного влияния в городском масштабе.

В этой работе мы провели сравнительный анализ датчиков и приборов, которые используются для оценки качества воздуха в городских условиях. Представлены графики, сравнения данных, полученные со стационарных станций (эталонных приборов), с данными более дешёвых систем оценки качества воздуха. Также рассчитан коэффициент детерминации для исследуемых приборов.

Ключевые слова: твердые частицы, экологическая диагностика, мониторинг окружающей среды, сенсорные датчики

Original article

ANALYSIS OF AIR QUALITY MONITORING SYSTEMS BASED ON LOW-COST SENSORS

Olga O. Akhmedova¹; Roman A. Lyasin²; Valery N. Azarov³

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

¹ahmedova-olga@mail.ru, ²roman.lyasin@mail.ru, ³azarovpubl@mail.ru

Abstract. Air quality is regularly measured using stationary air monitoring stations. These stations are equipped with high-quality devices that meet the requirements for data accuracy. Stationary stations provide information on changes in air quality. However, their density is insufficient to provide information on air quality at the street level. Some pollutants, especially those associated with road traffic, can exhibit very high spatial and temporal variability within a city or region.

Mobile monitoring of nanoparticles will improve the assessment of long-term health effects, assess the impact of air quality for health and epidemiological studies, and develop policies to eliminate harmful effects at the urban scale.

In this article, we conducted a comparative analysis of sensors and devices that are used to assess air quality in urban conditions. Graphs are presented, comparing data obtained from stationary stations (reference devices) with data from cheaper air quality assessment systems. The coefficient of determination for the devices under study is also calculated.

Keywords: particulate matter, environmental diagnostics, environmental monitoring, sensors



*Ахмедова
Ольга Олеговна*

*Азаров
Валерий Николаевич*

*Лясин
Роман Андреевич*

ВВЕДЕНИЕ

Загрязнение воздуха — одна из самых серьёзных экологических проблем, с которой сталкивается человечество. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), более 90 % населения планеты дышит воздухом, не соответствующим стандартам ВОЗ. Около 55 % жителей Земли подвергаются воздействию опасных концентраций PM_{2,5}, и с каждым годом эта цифра растёт. По оценкам ВОЗ, в 2012 году около 7 миллионов человек по всему миру преждевременно умерли из-за загрязнения воздуха, вызванного антропогенными выбросами как на открытом воздухе, так и в помещениях [1].

В то время как установленные городские сети стационарных мониторов имеют пространственную плотность порядка 1-10 кв. км, концентрации загрязнителей воздуха могут значительно варьироваться в пределах 10-100 метров от дорог [2].

Увеличение плотности сети стационарных станций затруднительно из-за их высоких затрат на установку и техническое обслуживание. В качестве альтернативы можно использовать сети из недорогих сенсорных приборов для контроля качества воздуха.

Улучшенное пространственно-временное разрешение многокомпонентных данных о качестве воздуха имеет решающее значение для более глубокого понимания связи между параметрами качества воздуха, воздействием на человека и дальнейшими последствиями для здоровья. Для оценки влияния качества воздуха на здоровье необходимо иметь мелкомасштабные данные о его воздействии. Для правильной интерпретации фактического негативного эффекта требуется высокое пространственно-временное разрешение.

Несмотря на преимущества сенсорных датчиков, надёжность данных, которые они собирают, часто вызывает сомнения. Один из способов, который обычно предлагают производители для улучшения качества данных, — это настройка функций линейной регрессии с использованием калибровочных лабораторий. В этих лабораториях создаются контролируемые условия с разными концентрациями загрязнителей воздуха, чтобы оценить параметры калибровочных функций.

1. Источники и выбросы загрязнителей воздуха.

Основными загрязнителями воздуха, негативно влияющими на здоровье человека, являются твёрдые частицы PM_{2,5} и PM₁₀, озон (O₃) и диоксид азота (NO₂). Твёрдые частицы также образуются из пыли, особенно в засушливых сельскохозяйственных регионах.

В мире наблюдается сокращение антропогенных выбросов. А изменение климата и связанные с ним последствия могут вызвать увеличение выбросов пыли и лесные пожары из-за усиления засухи и опустынивания.

Активное разрастание городов приводит к ухудшению состояния экологии, истощению природных ресурсов и увеличению

потребления ресурсов и выбросов парниковых газов на душу населения. Это также негативно сказывается на качестве воздуха, что влияет на здоровье горожан.

Изменение климата меняет городскую метеорологию, что влияет на качество городского воздуха и химические реакции в атмосфере. Это сложная, нелинейная зависимость, которая требует дальнейшего изучения. Сегодня проблемы качества воздуха в городах в основном связаны с выявлением источников выбросов и распространением загрязнений, таких как дорожное движение или промышленная деятельность. Однако также важно понимать вклад региональных и местных источников, таких как сжигание древесины в домах и морское движение, в ежедневное воздействие на горожан.

Успешное управление качеством воздуха и контроль за ним требуют не только измерения уровней загрязнения воздуха. Для планирования и принятия экономически эффективных мер контроля также требуется информация об источниках загрязнения воздуха, их относительных масштабах и важности [3].

Традиционно информация о качестве воздуха в городских районах получается через сети высококачественных сертифицированных измерительных станций, которые предоставляют данные гарантированного качества. Однако развертывание сетей мониторинга сертифицированных станций надлежащего размера часто неосуществимо для многих городов из-за высоких затрат на их приобретение и обслуживание [4]. В ответ на это недавно появилось множество недорогих сенсорных технологий (LCS) для оценки качества воздуха. Эти решения позволяют развертывать крупные сенсорные сети, решая задачу мониторинга качества воздуха в обширных мегаполисах в режиме реального времени и с высоким пространственным разрешением [5-14].

2. Системы мониторинга качества воздуха.

2.1 AQMesh — это система мониторинга качества воздуха с небольшими датчиками, которая может отслеживать до 6 газов (электрохимический метод измерения) (NO, NO₂, O₃, CO, SO₂, H₂S, TVOC и CO₂) (до 30 микрон), а также PM (PM₁, PM_{2.5},

PM4, PM10, TPC и TSP) (оптический счетчик частиц), шум и скорость и направление ветра с бесперебойной передачей данных и различными вариантами питания. Производитель Environmental Instruments Ltd., Великобритания [15].

Для проверки собранных данных использовались базовые процедуры обеспечения контроля качества (т.е. из набора данных были исключены очевидные выбросы, отрицательные значения и неверные данные). Данные с эталонных приборов FEM GRIMM и FEM T640 продемонстрировали сильные корреляции для PM2,5 ($R^2 \sim 0,84$) (рис. 1, б) и PM10 ($R^2 \sim 0,87$) (рис. 1, г), сопоставление составляет ~89% и 76% соответственно для PM2,5 (рис. 1, а) и PM10 (рис. 1, в).

Сличение показаний, измеренных при помощи AQMesh, с показаниями эталонных приборов FEM GRIMM и FEM T640 представлено на рис. 2 и 3, измерения проводились в течение 5 мин., 1 часа и 24 часов для фракций PM2,5 и PM10 [15].

Массовые концентрации PM2,5, измеренные датчиком AQMesh, показали слабую или сильную корреляцию с соответствующими данными эталонных приборов FEM GRIMM и FEM T640 ($0,48 < R^2 < 0,82$; среднее значение за 1 час). Датчики занижали массовую концентрацию PM2,5, измеренную приборами FEM GRIMM и FEM T640. Массовые концентрации PM10, измеренные датчиками AQMesh, показали очень слабую или умеренную корреляцию с данными GRIMM ($0,28 < R^2 < 0,62$; среднее значение за 1 час) и T640 ($0,33 < R^2 < 0,70$; среднее значение за 1 час) и заниженные массовые концентрации PM10, измеренные GRIMM и T640.

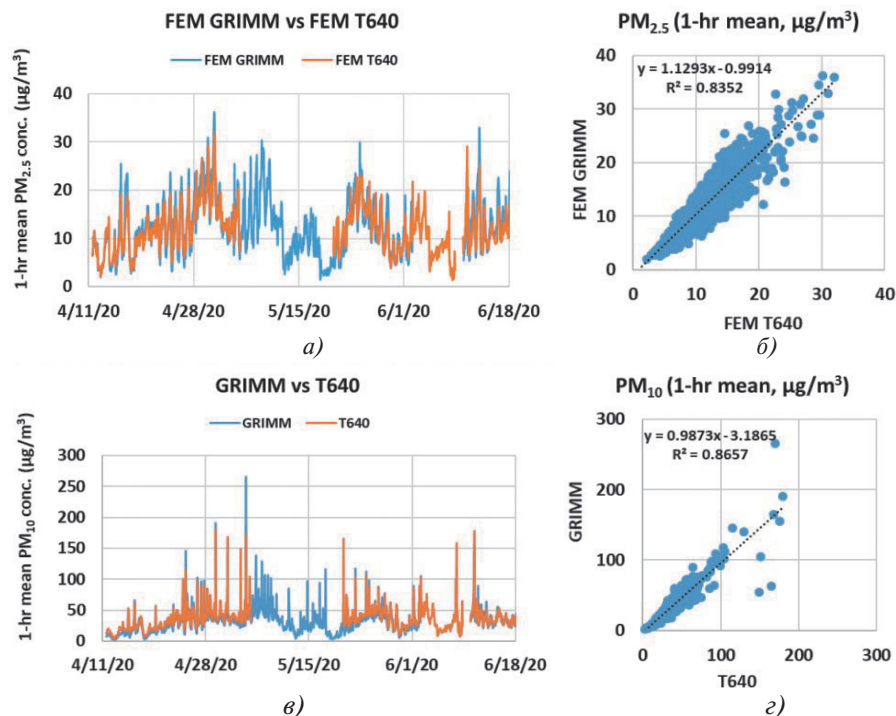


Рис. 1. Данные измерений твердых частиц эталонными приборами FEM GRIMM и FEM T640

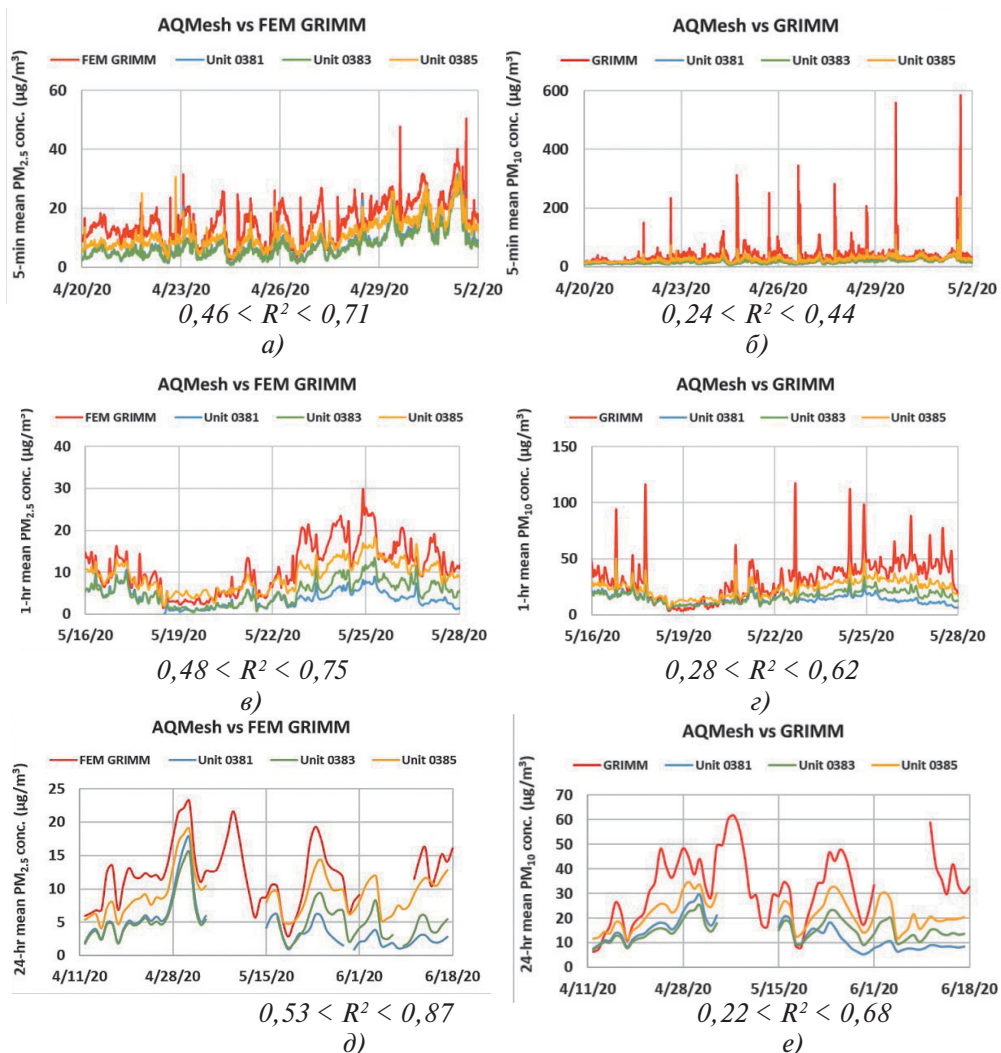


Рис. 2. Корреляция данных прибора AQMesh и прибора FEM GRIMM за 5 мин., 1 час и 24 часа для фракций PM2,5 и PM10

На рис. 2 и 3 представлены данные от датчиков, которые предварительно не были откалиброваны [15].

2.2 Станция мониторинга качества воздуха Kunak AIR включает множество датчиков окружающей среды, а также разъемы для внешних погодных датчиков или зондов, работает на солнечной панели и осуществляет беспроводную передачу данных в режиме реального времени. Измеряемые параметры: CO, CO₂, NO, NO₂, O₃, SO₂, H₂S, NH₃, CoVs, PM₁, PM_{2.5}, PM₄, PM₁₀, TSP и TPC. Температура, влажность, атмосферное давление и точка росы. Производитель Kunak Technologies s.l., Испания [16].

На рисунках 4 и 5 представлены результаты измерений PM_{2,5} с использованием различных «недорогих» датчиков и устройств контроля качества воздуха по сравнению с MetOne BAM и Teledyne API T640, которые являются эталонными приборами.

При сравнении сенсорной системы Kunak Air A10 с прибором MetOne BAM (рис. 4), устройство Kunak показало более низкий уровень PM_{2,5} по сравнению с другими недорогими датчиками и устройствами контроля качества воздуха.

Датчик OPC N3 показал результаты, аналогичные другим датчикам, он работал без дополнительных корректировок.

Значения R², полученные при сравнении датчиков с Teledyne API T60 (рис. 5), не показали большой разницы между ними, хотя датчик OPC без коррекции достиг самого низкого значения R² [16].

Было замечено, что Kunak A10 занижает значения PM_{2,5}, это связано с тем, что датчики PM нуждаются в повторной калибровке в зависимости

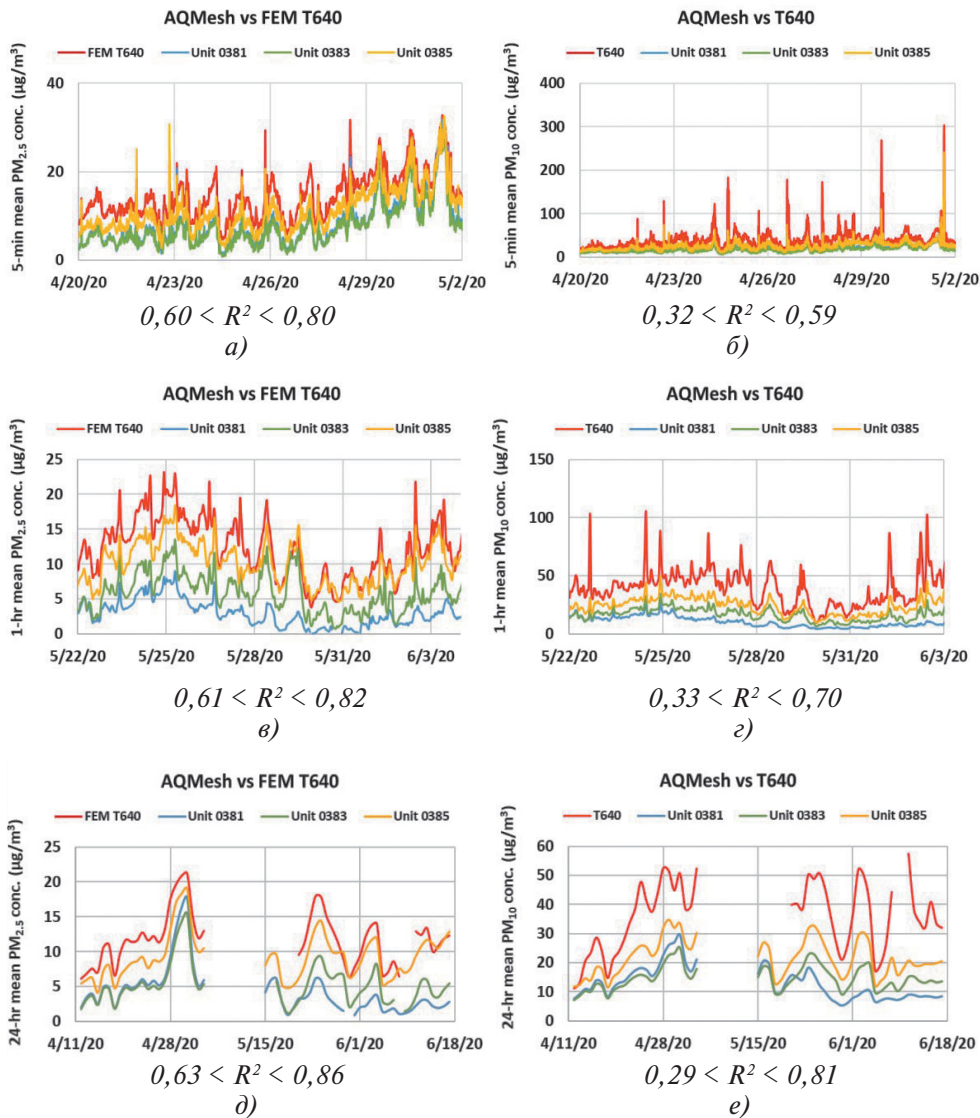


Рис. 3. Корреляция данных прибора AQMesh и прибора FEM T640 за 5 мин, 1 час и 24 часа для фракций PM_{2,5} и PM₁₀

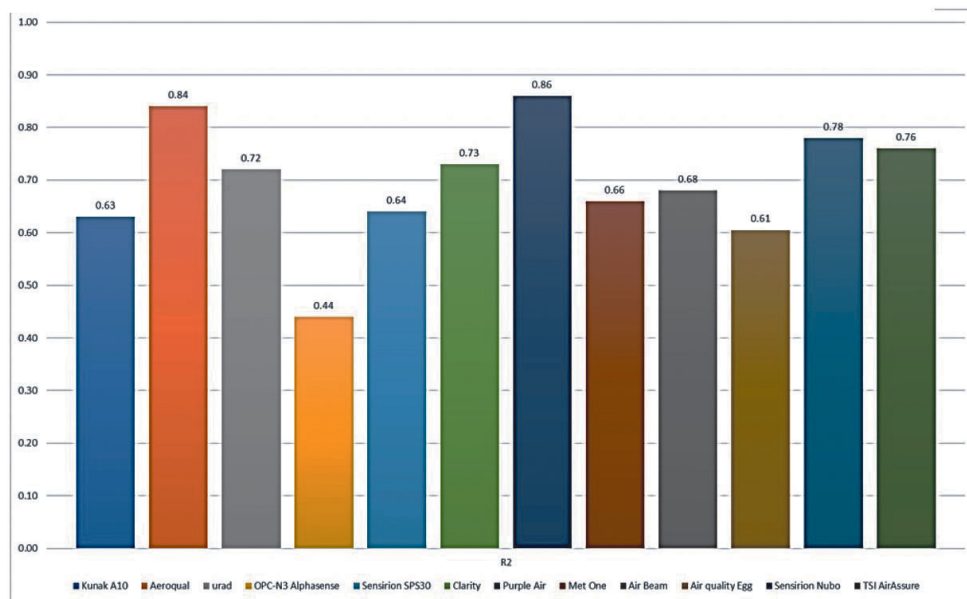


Рис. 4. Корреляция значений R², полученных с помощью бюджетных датчиков PM_{2.5} в соответствии с эталонным прибором Teledyne API T640

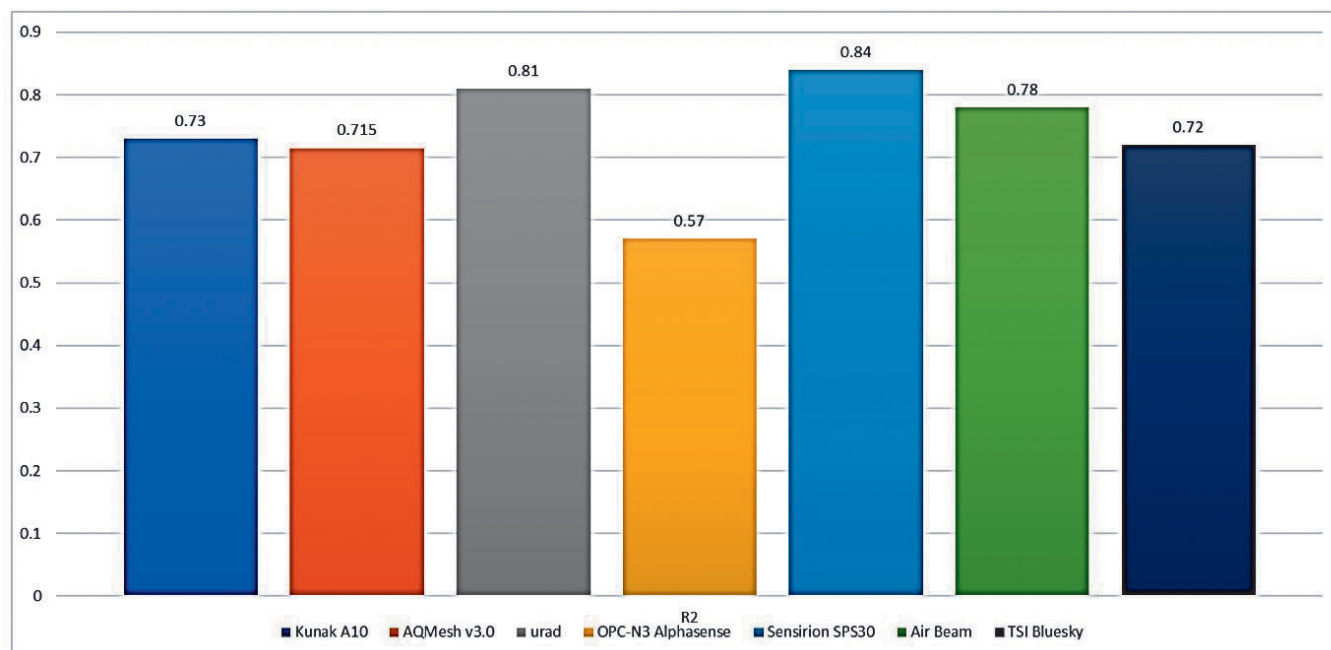


Рис. 5. Значения R2 получены путем оценки датчиков PM2,5 с использованием эталонного прибора MetOne BAM

от их местоположения. Поправочный коэффициент, используемый алгоритмом Кунака, зависит от массы частицы и варьируется в зависимости от местоположения.

2.3 MODULAIR-PM (сенсор OPC-N3) осуществляет поминутные измерения твердых частиц с разрешением по размерам в режиме реального времени. Система сочетает нефелометрию с рассеянием света на отдельных частицах для точной характеристики ТЧ, независимо от того, образуется ли он в результате сгорания или пыли. Датчик QuantAQ – MODULAIR-PM использует комбинацию двух оптических датчиков частиц (OPS): нефелометра (Plantower PMS5003) и оптического счетчика частиц (Alphasense OPC-N3) для определения характеристик твердых частиц PM1.0, PM 2,5 и PM10. Производитель QuantAQ Inc., США [17].

MODULAIR-PM обеспечивает оценку концентраций твердых частиц в реальном времени (PM1, PM2.5, PM10) и распределения частиц по размерам с использованием новой комбинации датчиков частиц на основе множественного рассеяния света. Каждое устройство подключено к интернету и сопряжено с QuantAQ CloudTM для обеспечения визуализации данных в режиме реального времени и доступа к ним, для диагностики работоспособности датчиков по всему парку. Датчик MODULAIR-PM может оценить скорость при вентиляции помещения или на открытом воздухе, определить максимальные точки концентрации PM и количественно оценить воздействие твердых частиц на человека.

Три прибора MODULAIR-PM были установлены в стационарном пункте мониторинга окружающей среды и выполняли измерения параллельно с эталонными приборами GRIMM и T640 (федеральный эквивалентный метод FEM), которые также предназначены для измерения тех же загрязняющих веществ (рис. 6, 7) [17].

Абсолютная внутри модельная изменчивость для PM1.0, PM2.5 и PM10 составила приблизительно 0,59, 0,62 и 1,77 мкг/м³ соответственно. При измерениях PM2,5 наблюдалась сильная корреляция между датчиками MODULAIR и FEM GRIMM, а также T640 (0,84 < R2 < 0,90). Однако датчики MODULAIR также имели тенденцию к завышению концентраций PM2,5 по сравнению с измерениями методом FEM. Измерения массовых концентраций PM10, проведенные датчиками MODULAIR-PM, выявили слабую или сильную взаимосвязь с соответствующими данными, полученными приборами GRIMM и T640 (R2 варьируется от 0,47 до 0,80, среднее значение за 1 час). Однако датчики MODULAIR-PM показали более низкие значения массовой концентрации PM10 по сравнению с результатами, полученными GRIMM и T640. Перед началом этого теста калибровка датчиков не проводилась [17].

2.4 Станция контроля качества воздуха Libelium позволяет измерять наиболее важные загрязняющие вещества и ключевые параметры, необходимые в каждом проекте по обеспечению качества воздуха: твердые частицы (PM2.5, PM10) (диапазон частиц: 0,35 – 40 мкм.; различные газы: CO, NO₂, NO, O₃, SO₂). Производитель Libelium Comunicaciones Distribuidas S.L., Испания [18].

Станция контроля качества воздуха Libelium оснащена искусственным интеллектом и технологией машинного обучения. Это позволяет ей «обучаться» на данных эталонной станции, расположенной рядом с ней. Когда интеллектуальная станция контроля качества воздуха находится рядом с эталонной станцией, она анализирует данные, которые та генерирует. Затем станция может обмениваться информацией с другими станциями, расположенными в разных частях города. Таким образом, станция постоянно учится и повышает свою точность. Она сравнивает и анализирует данные с информацией, полученной

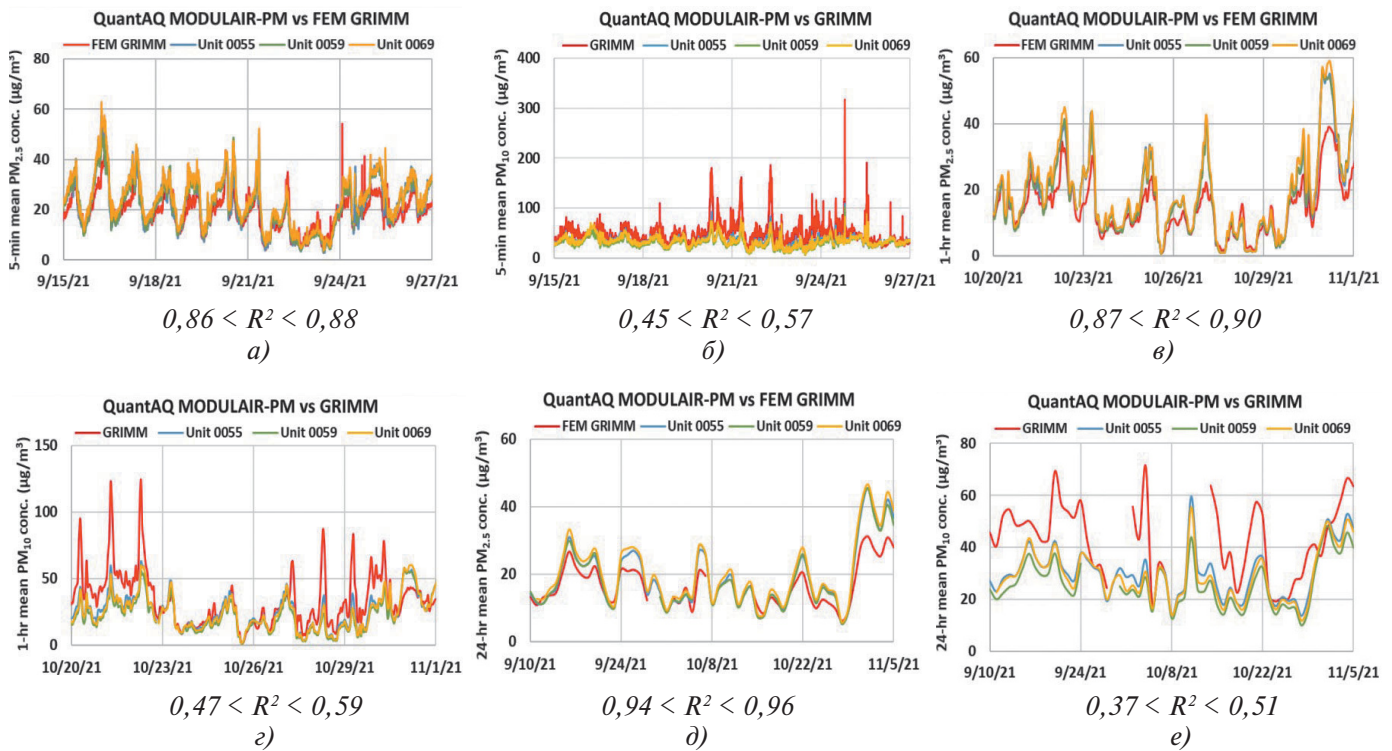


Рис. 6. Корреляция данных прибора MODULAIR-PM и прибора FEM GRIMM за 5 мин., 1 час и 24 часа для фракций PM_{2,5} и PM₁₀

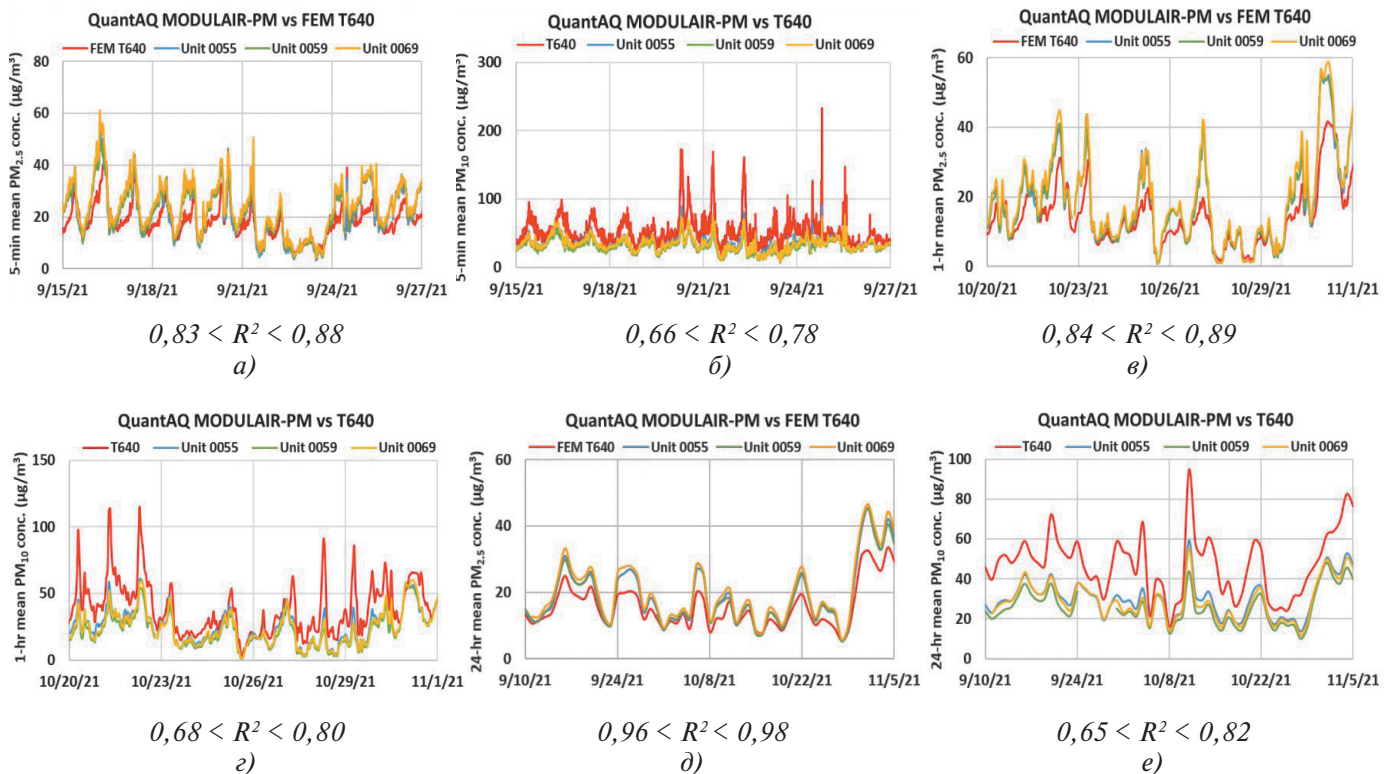


Рис. 7 Корреляция данных прибора MODULAIR-PM и прибора FEM T640 за 5 мин., 1 час и 24 часа для фракций PM_{2,5} и PM₁₀

от официальных референтных станций. Кроме того, благодаря совместимости с различными облачными сервисами, такими как Libelium Cloud, станция может предоставлять данные в режиме реального времени.

Облако Libelium позволяет создавать разнообразные графики, дашборды и оповещения для удобного мониторинга и анализа информации о качестве воздуха [17].

ВЫВОД

Исходя из данных о сходимости результатов эталонных и испытываемых датчиков и приборов, можно сделать вывод о необходимости проведения совместной калибровки непосредственно на месте перед развёртыванием сенсорной сети в различных условиях.

Величина измеряемых датчиками данных различалась для каждого загрязняющего компонента воздуха. Сенсорная сеть позволит получить новые данные об изменчивости газовой фазы и уровне загрязнения воздуха твёрдыми частицами в черте города. Эта информация может быть использована городскими администрациями для оптимизации контроля за выбросами пыли от дорог и строительных работ, а также для повышения осведомлённости о проблемах качества воздуха, связанных со сжиганием древесины в жилых помещениях.

Важно продолжать оценку производительности датчиков в процессе испытаний на совместное размещение в течение всего года в разных городских районах и климатических зонах, включая условия с более высокими температурами и влажностью.

Список литературы

1. Sokhi, R. S. *Advances in Air Quality Research – Current and Emerging Challenges* / R. S. Sokhi, N. Moussiopoulos, A. Baklanov [et al.] - <https://doi.org/10.5194/acp-2021-581> - Текст : электронный // *Atmospheric Chemistry and Physics*. – 2021 - Vol. 22 - Is. 7
2. Башевая, Т. С. *Определение величины эмиссии загрязняющих веществ и установление опасного расстояния для строящихся объектов с различными конструктивными особенностями* / Т. С. Башевая, А. А. Шейх // *Строитель Донбасса*. – 2020. – № 2 – С. 20-26.
3. Bouziotis, D. *Towards comprehensive air quality management using low-cost sensors for pollution source apportionment* / D. Bouziotis, G. Allison, C. David [et al.] - <https://doi.org/10.1038/s41612-023-00424-0> - Текст:электронный// *Nj Climate and Atmospheric Science*. – 2023 - Vol. 6 – Is.122.
4. Amaral, S. S. *An Overview of Particulate Matter Measurement Instruments* / S. Amaral, J. Carvalho, M. A. M. Costa, C. Pinheiro // *Atmosphere*. – 2015. – Vol. 6. – P. 1327–1345.
5. Maag, B. *Survey on Sensor Calibration in Air Pollution Monitoring Deployments* / B. Maag, Z. Zhou, L.A. - <https://www.researchgate.net/publication/326236532> - Текст : электронный // *Thiele IEEE Internet Things J*. – 2018 - Vol. 5. – P 4857–4870.
6. Wilson, E W. *Monitoring of particulate matter outdoors* / E W. Wilson, J. C Chow, C. Claiborn, W. Fusheng, J. Engelbrecht, J. G Watson - DOI: 10.1016/s0045-6535(02)00270-9 - Текст:электронный// *Chemosphere*. – 2002. – Vol. 49. – P. 1009–1043.
7. Bagkis, E. *Learning Calibration Functions on the Fly: Hybrid Batch Online Stacking Ensembles for the Calibration of Low-Cost Air Quality Sensor Networks in the Presence of Concept Drift* / E. Bagkis, T. Kassandros, K. Karatzas - DOI:10.3390/atmos13030416 - Текст : электронный // *Atmosphere*. – 2022. – Vol. 13 – Is. 416.
8. Karagulian, F. *Review of the Performance of Low-Cost Sensors for Air Quality Monitoring*. / F. Karagulian, M. Barbieri, A. Kotsev, L. Spinelle, M. Gerboles, F. Lagler, N. Redon, S. Crunaire, A. Borowiak - DOI:10.3390/atmos10090506 - Текст : электронный // *Atmosphere*. – 2019. – Vol. 10. – Is. 506.
9. Liu, D. *Performance calibration of low-cost and portable particular matter (PM) sensors*. /D. Liu, Q. Zhang, J. Jiang, D. R. Chen - DOI:10.1016/j.jaerosci.2017.05.011 - Текст : электронный // *J. Aerosol Sci*. – 2017. Vol. 112. – P. 1–10.
10. Lewis, A. C. *Evaluating the performance of low cost chemical sensors for air pollution research*. /A. C. Lewis, J. D. Lee, P. M. Edwards, M. D. Shaw, M. J. Evans et al. - DOI:10.1039/C5FD00201J - Текст : электронный // *Faraday Discuss*. – 2016. Vol. 189. – P. 85–103.
11. Kumar, P. *The rise of low-cost sensing for managing air pollution in cities*. / P. Kumar, L. Morawska, C. Martani, G. Biskos, M. Neophytou, S. Di Sabatino, M. Bell, L. Norford, R. Britter. - DOI:10.3390/s18010265 - Текст : электронный // *Environ. Int*. 2015 - Vol. 75. – P. 199–205.
12. 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 - DOI:10.1021/es4022602 - Текст : электронный // *Environ. Sci. Technol* – 2013 - Vol. 47 – P. 11369–11377.
13. Montalvo, L. *An air quality monitoring and forecasting system for Lima city with low-cost sensors and artificial intelligence models*. / L. Montalvo, D. Fosca, D. Paredes, M. Abarca, C. Saito, E. Villanueva - DOI:10.3389/frsc.2022.849762 - Текст : электронный // *Front. Sustain. Cities*. – 2022 - Vol. 4 – Is. 849762.
14. Masselot, P. *Toward an Improved Air Pollution Warning System in Quebec*. / P. Masselot, F. Chebana, É. Lavigne, C. Campagna, P. Gosselin, T.B. Ouarda, - DOI:10.3390/ijerph16122095 - Текст : электронный // *Int. J. Environ. Res. Public Health* -2019 - Vol 16. – Is. 2095.
15. AQMesh : [caüm] /- URL: <https://www.aqmesh.com/products/aqmesh/> (дата обращения: 01.10.2024). - Текст : электронный.
16. Kunak AIR : [caüm] /- URL: <https://www.kunak.es/en/products/air-quality-monitor> (дата обращения: 11.08.2024). - Текст : электронный.
17. QuantAQ : [caüm] /- URL: <https://www.quant-aq.com/products/modulair-pt> (дата обращения: 21.08.2024). - Текст : электронный.
18. Air-quality-station : [caüm] /- URL: <https://www.libelium.com/iot-products/air-quality-station/> (дата обращения: 21.09.2024). - Текст : электронный.

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: повышение эффективности природоохранных систем, совершенствование пылегазоочистных устройств и аппаратов, исследования дисперсного состава пыли.

Лясин Роман Андреевич – аспирант института Архитектуры и строительства Волгоградского государственного технического университета, Волгоград, Россия. Научные интересы: повышение эффективности природоохранных систем, совершенствование пылегазоочистных устройств и аппаратов, исследования дисперсного состава пыли.

Азаров Валерий Николаевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности в строительстве и городском хозяйстве» Волгоградского государственного технического университета, Волгоград, Россия. Научные интересы: повышение эффективности природоохранных систем, совершенствование пылегазоочистных устройств и аппаратов, совершенствование системы обращения с отходами, разработки технологий по переработке отходов, исследования дисперсного состава пыли.

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: improving the efficiency of environmental protection systems, improving dust and gas cleaning devices and devices, and studying the dispersed composition of dust.

Lyasin Roman A. – Postgraduate Student, Institute of Architecture and Construction, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia. Scientific interests: improving the efficiency of environmental protection systems, improving dust and gas cleaning devices and devices, and studying the dispersed composition of dust.

Azarov Valery N. – D. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Department "Life Safety in Construction and Urban Economy", Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia. Scientific interests: improving the efficiency of environmental protection systems, improving dust and gas cleaning devices and apparatuses, improving the waste management system, developing waste recycling technologies, and researching the dispersed composition of dust.

Статья поступила в редакцию 21.10.2024; одобрена после рецензирования 15.11.2024; принята к публикации 22.11.2024.

The article was submitted 21.10.2024; approved after reviewing 15.11.2024; accepted for publication 22.11.2024.

Строитель Донбасса. 2024. Выпуск 4-2024. С. 88-94. ISSN 2617-1848 (print)

The Builder of Donbass. 2024. Issue 4-2024. P. 88-94. ISSN 2617-1848 (print)

Научная статья

УДК 69:658.152(08)

doi: 10.71536/sd.2024.4c29.12

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СТОИМОСТЬЮ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ольга Николаевна Зерова¹; Илья Владимирович Телегин²; Владислав Игоревич
Водолазский³

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

¹o.n.zerova@donnasa.ru, ²telegin.i.v-isi-4a@donnasa.ru, ³vodolazskiy.v.i-isiu-5b@donnasa.ru

Аннотация. Рассмотрены особенности управления стоимостью инвестиционно-строительных проектов (далее – ИСП) с применением технологий информационного моделирования (далее – ТИМ/ВІМ). Анализ подходов к рассмотрению понятия «информационное моделирование здания или сооружения» позволил сформулировать, что под информационным моделированием следует понимать процесс создания и управления информацией о здании или сооружении, формирующий основу для принятия решений на протяжении его полного жизненного цикла. Обосновано, что для оптимизации бюджета проекта, повышения точности расчетов и улучшения взаимодействия всех участников, внедрение ВІМ-технологий должно носить системный характер на всех стадиях жизненного цикла проекта. В статье анализируются преимущества и недостатки использования ВІМ, а также рассматриваются практические примеры применения ВІМ для снижения затрат и повышения эффективности проектов, рассмотрены перспективы дальнейшего развития данных технологий, включая интеграцию с искусственным интеллектом, облачными решениями и 5D моделированием. Приведены примеры успешного использования ВІМ в крупных строительных проектах, что демонстрирует его потенциал для повышения экономической эффективности и снижения финансовых рисков. Статья акцентирует внимание на важности внедрения ВІМ для повышения конкурентоспособности строительных компаний и прогнозирует дальнейшее развитие технологий управления стоимостью в ИСП на основе ВІМ в ближайшем будущем.

Ключевые слова: строительство, инвестиционно-строительный проект, управление стоимостью, прогнозирование стоимости, информационное моделирование зданий, оптимизация затрат, эффективность проектов, 5D-моделирование, искусственный интеллект, облачные технологии

Original article

FEATURES OF COST MANAGEMENT OF INVESTMENT AND CONSTRUCTION PROJECTS BASED ON INFORMATION MODELING

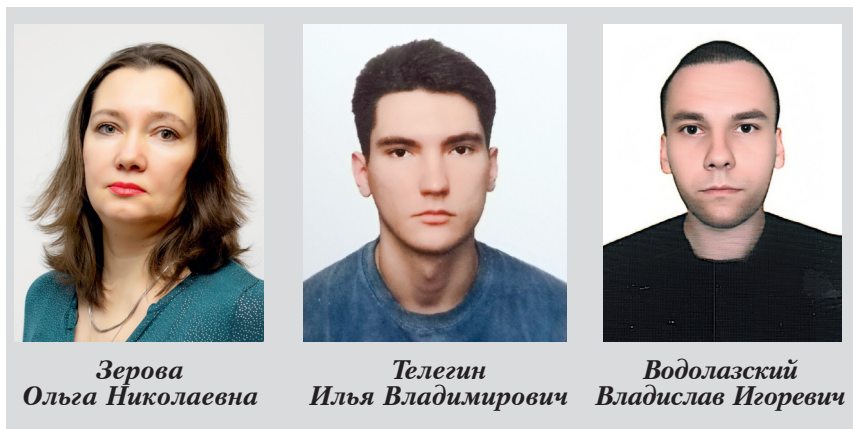
Olga N. Zerova¹; Ilya V. Telegin²; Vladislav I. Vodolazsky³

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

¹o.n.zerova@donnasa.ru, ²telegin.i.v-isi-4a@donnasa.ru, ³vodolazskiy.v.i-isiu-5b@donnasa.ru

Abstract. This article studied the features of cost management of investment and construction projects (hereinafter referred to as ICP) using information modeling technologies (hereinafter referred to as BIM). An analysis of approaches to the concept of “information modeling of a building or structure” allowed us to formulate that information modeling should be understood as the process of creating and managing information about a building or structure, which forms the basis for decision-making throughout its entire life cycle. It is substantiated that in order to optimize the project budget, increase the accuracy of calculations and improve the interaction of all participants, the implementation of BIM technologies should be systemic at all stages of the project life cycle. The article analyzes the advantages and disadvantages of using BIM, and also considers practical examples of using BIM to reduce costs and improve project efficiency, and

© Зерова О. Н., Телегин И. В., Водолазский В. И., 2024



*Зерова
Ольга Николаевна*

*Телегин
Илья Владимирович*

*Водолазский
Владислав Игоревич*

considers the prospects for further development of these technologies, including integration with artificial intelligence, cloud solutions and 5D modeling. Examples of successful use of BIM in large construction projects are given, which demonstrates its potential to increase cost efficiency and reduce financial risks. The article focuses on the importance of implementing BIM to increase the competitiveness of construction companies and predicts the further development of cost management technologies in ISP based on BIM in the near future.

Keywords: construction, investment and construction project, cost management, cost forecasting, building information modeling, cost optimization, project efficiency, 5D modeling, artificial intelligence, cloud technologies

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В условиях динамично развивающегося рынка строительства и постоянного увеличения масштабов и сложности проектов вопрос управления стоимостью становится ключевым аспектом успеха инвестиционно-строительных проектов. Традиционные методы управления стоимостью часто сталкиваются с множеством ограничений, что приводит к перерасходу бюджета, задержкам сдачи объекта капитального строительства (далее – ОКС) в эксплуатацию и, как следствие, снижению рентабельности ИСП. В связи с этим возрастает необходимость внедрения новых подходов и технологий, позволяющих повысить эффективность управления проектами.

Одной из таких технологий является информационное моделирование зданий (BIM – Building Information Modeling), которое уже зарекомендовало себя как эффективный инструмент для планирования и координации строительных процессов. BIM позволяет не только визуализировать проект, но и значительно упростить контроль затрат, автоматизировать процессы расчета и управления стоимостью на всех этапах жизненного цикла строительного объекта.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Проблемы разработки и внедрения механизма управления стоимостью инвестиционно-строительного проекта на основе использования BIM-модели объекта строительства нашли отражение в работах отечественных ученых: Рахматуллиной Е. С., Татаринцева Н. И., Дорониной Е. В., Балан Ю. Н., Шамовой Е. А., Шарманова В. В., Золотовой Ю. С., Талапова В. В. Исследованию вопросов эффективного внедрения ТИМ в сфере строительства посвящены работы Абакумова Р. Г., Ковалева А. П., Антипина А. И., Трофимовой О. М., Талапова В. В., Гороховой Т. В.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ заключается в рассмотрении особенностей управления стоимостью в инвестиционно-строительных про-

ектах с использованием технологий информационного моделирования. В ходе исследования будут проанализированы ключевые принципы работы с BIM, его преимущества и недостатки, а также предложены примеры успешного применения данной технологии для снижения затрат и оптимизации бюджетов проектов. В рамках исследования ставятся следующие задачи:

- проанализировать роль и значение BIM в управлении стоимостью;
- рассмотреть практические примеры применения BIM для эффективного контроля затрат;
- оценить перспективы дальнейшего развития BIM в управлении стоимостью.

Данная работа позволит получить комплексное представление о том, как информационное моделирование может способствовать улучшению управления стоимостью и повышению экономической эффективности реализации инвестиционно-строительных проектов.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Информационное моделирование зданий (BIM – Building Information Modeling) представляет собой процесс создания и управления цифровыми моделями физических и функциональных характеристик ОКС. По мнению Сычевой И., Бурай Н., Ванина И., технологии информационного моделирования – «технология объединения цифровых инструментов управления инвестиционно-строительным проектом, включающая этап создания объекта недвижимости и управления его жизненным циклом после начала эксплуатации» [1].

BIM – это не просто 3D-моделирование зданий, а комплексная информационная система, которая объединяет архитектурные, инженерные и строительные данные в единой цифровой модели. Эта технология представляет собой информационную проектную модель, которая заключается в синхронном взаимодействии всех процессов, включая этапы проектирования, строительства и эксплуатации [2]. Модель содержит не только геометрические характеристики объекта, но и информацию о материалах, сто-

имости, сроках выполнения работ, а также данные о жизненном цикле ОКС. BIM позволяет пользователям (архитекторам, инженерам, строителям, фасилити-менеджерам) взаимодействовать на всех этапах проекта, синхронизируя данные и обеспечивая максимальную точность планирования и реализации.

Основные характеристики BIM:

- многомерность. BIM-модели могут быть 3D, 4D (с добавлением времени), 5D (с добавлением стоимости) и даже 6D и 7D, включая эксплуатационные характеристики и экологические данные;
- интеграция всех данных. В BIM объединяются данные о проектировании, строительстве, эксплуатации и техническом обслуживании ОКС. Это позволяет всем участникам проекта работать в единой среде и эффективно координировать свои действия;
- динамическое обновление данных. Все изменения, внесенные в модель, автоматически обновляются во всех разделах проекта, что помогает избежать коллизий и недоразумений;
- оптимизация времени и ресурсов. Использование BIM позволяет точно планировать сроки выполнения работ и затраты на строительство, что снижает риск превышения бюджета и затягивания сроков проекта;
- улучшение взаимодействия между участниками, формирующее основу для принятия решений на всех этапах жизненного цикла проекта. Все участники проекта работают с одной и той же моделью, что упрощает взаимодействие и позволяет сократить коллизии, связанные с нестыков-

ками в проектной документации, благодаря чему проектные команды могут эффективнее координировать свои действия;

- прогнозируемость затрат и управление стоимостью. BIM позволяет более точно планировать и прогнозировать затраты ИСП, так как в модель на протяжении всего жизненного цикла ИСП можно интегрировать данные о стоимости материалов, рабочей силы и других ресурсов. Это делает BIM важным инструментом для управления стоимостью проекта;
- управление активами на этапе фасилити-менеджмента ОКС. BIM поддерживает моделирование и управление жизненным циклом ИСП, включая эксплуатацию, техническое обслуживание и возможные реконструкции.
- визуализация и анализ. BIM позволяет визуализировать проект на различных этапах его реализации, что помогает участникам проекта лучше понимать конечный результат и оценивать влияние изменений в реальном времени. Также с помощью BIM можно проводить анализ энергоэффективности, устойчивости и других эксплуатационных характеристик объекта.

Управление стоимостью в строительстве всегда было одной из самых сложных задач для успешной реализации инвестиционно-строительных проектов. Применение информационного моделирования зданий внесло значительные изменения в этот процесс, предлагая новые инструменты и методы для более точного контроля и управления затратами на всех этапах жизненного цикла проекта. BIM позволяет автоматизировать процессы оценки стоимости,

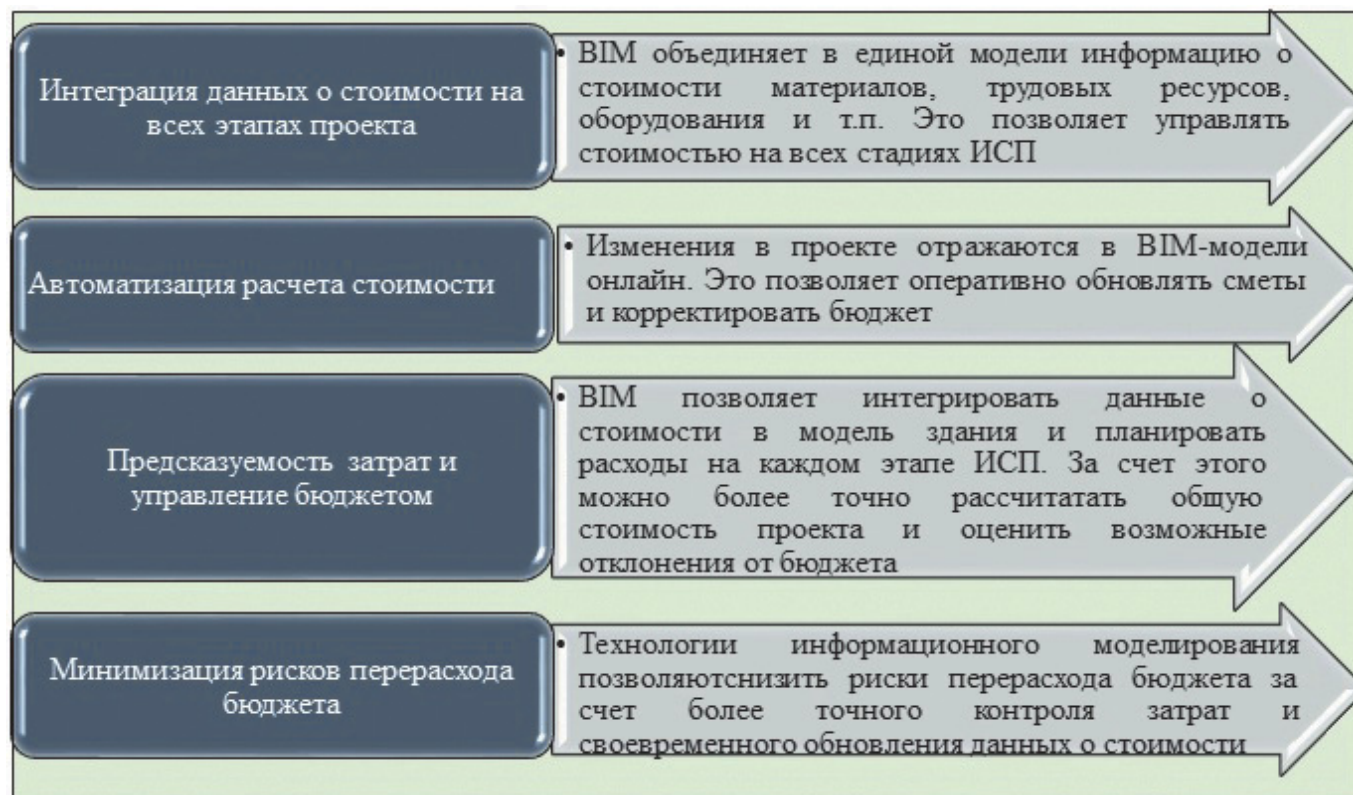


Рис. 1. Влияние технологий информационного моделирования на процесс управления стоимостью инвестиционно-строительного проекта

улучшить прогнозирование расходов, а также минимизировать риски перерасхода бюджета. На рис. 1 показано влияние технологий информационного моделирования на процесс управления стоимостью инвестиционно-строительного проекта.

Рассматривая влияние BIM-технологий на управление стоимостью ИСП на основных этапах реализации инвестиционно-строительного проекта, необходимо отметить следующее:

1. На этапе проектирования интегрирование данных из 3D-модели в смету упрощает формирование стоимости строительства объекта в целом, а также помогает анализировать альтернативные проектные решения с точки зрения их стоимости. Кроме того, BIM способствует выявлению потенциальных проблем еще на стадии проектирования, что позволяет избежать дорогостоящих исправлений на этапе строительства;

2. На этапе строительства BIM позволяет контролировать и анализировать фактические затраты в сравнении с запланированными. Это возможно благодаря синхронизации модели с данными о закупках, объемах выполненных работ и графике строительства. Если возникают отклонения от плана, система оперативно уведомляет о необходимости принятия корректирующих мер, что позволяет минимизировать перерасход средств и коррелировать затраты по проекту;

3. На этапе эксплуатации BIM используется для управления затратами на техническое обслуживание и ремонт объекта. Модель хранит данные обо всех элементах здания, включая информацию о стоимости их замены или обслуживания, что позволяет планировать бюджеты на эксплуатацию и снижать затраты на содержание объекта.

Интеграция BIM с программами для управления затратами, такими как CostX, Navisworks, позволяет не только прогнозировать и контролировать затраты, но и автоматизировать процессы создания отчетов, что существенно снижает трудоемкость процессов управления стоимостью.

В последние годы ведущие строительные компании Российской Федерации активно внедряют технологии информационного моделирования при реализации крупных инвестиционно-строительных проектов, при этом отмечают значительные преимущества от использования BIM, такие как снижение затрат, повышение точности расчетов и улучшение координации участников. Рассмотрим реальные примеры применения BIM для управления стоимостью ИСП и анализ полученные результатов.

1. Реконструкция аэропорта в Санкт-Петербурге. Проект реконструкции аэропорта «Пулково» в Санкт-Петербурге — пример успешного применения BIM для управления стоимостью в рамках крупного инвестиционно-строительного проекта. В ходе реконструкции использовалась технология информационного моделирования для автоматизации процессов управления и контроля затрат. Ключевые результаты применения BIM:

- прозрачность и контроль: программа BIM 360 в реальном времени отслеживала изменения в проекте и их влияние на затраты, что позволило поддерживать строгий контроль бюджета на всех стадиях проекта;

- предотвращение перерасхода: с помощью комбинации Revit, BIM 360 и Vico Office удалось сократить перерасход бюджета на 10%, так как все изменения были своевременно выявлены и учтены в расчетах стоимости;
- повышение точности смет: использование Vico Office позволило точно прогнозировать стоимость отдельных этапов проекта с учетом временных и материальных затрат. Автоматизация расчетов и интеграция данных из разных систем помогли избежать ошибок и снизить трудоемкость процесса сметного контроля.

Проект реконструкции завершился с минимальными отклонениями от планового бюджета, что свидетельствует о высоком уровне эффективности использования BIM в управлении стоимостью.

2. В Казани при строительстве крупного жилого комплекса наряду с другими технологиями информационного моделирования был использован облачный сервис по работе со сметной документацией строительного объекта Cost X. Этот инструмент позволил не только сократить затраты на этапе строительства, но и значительно повысить точность сметных расчетов на этапе планирования. Полученные результаты показали, что применение BIM при реализации ИСП — от проектирования до строительства — позволяет более эффективно управлять стоимостью и снижать риски:

- на 12 % от первоначально запланированной суммы удалось снизить затраты на материалы за счет детализированного анализа данных по закупкам, содержащихся в BIM-модели;
- использование облачного сервиса по работе со сметной документацией CostX позволило создать высокоточные сметы, которые учитывали все возможные изменения проекта на различных этапах строительства;
- BIM-модель обновлялась в реальном времени, и любые изменения сразу учитывались в расчетах стоимости, что позволило избежать перерасхода и дополнительных затрат на исправление коллизий.

3. В рамках строительства транспортного тоннеля в Сочи использовались решения на базе Synchro Pro. Это среда, объединяющая в себе решения по календарно-сетевому планированию и трехмерные модели объектов для управления сроками и затратами в единой BIM-модели. Участники ИСП получили среду для планирования, анализа, редактирования, составления отчетов и управления проектом и ресурсами через единый визуальный интерфейс. Календарно-сетевой график Synchro PRO учитывал работы, выстроенные в технологическую последовательность, физические объемы, длительность выполнения каждой задачи. Synchro Pro интегрировался в BIM-процесс на этапе стройки и ускорил возведение тоннеля. Это стало одним из первых крупных инфраструктурных проектов в России, где BIM активно применялся для 5D моделирования (включая временные и стоимостные данные). В результате:

- Synchro Pro позволил интегрировать графики строительства с финансовыми показателями, что

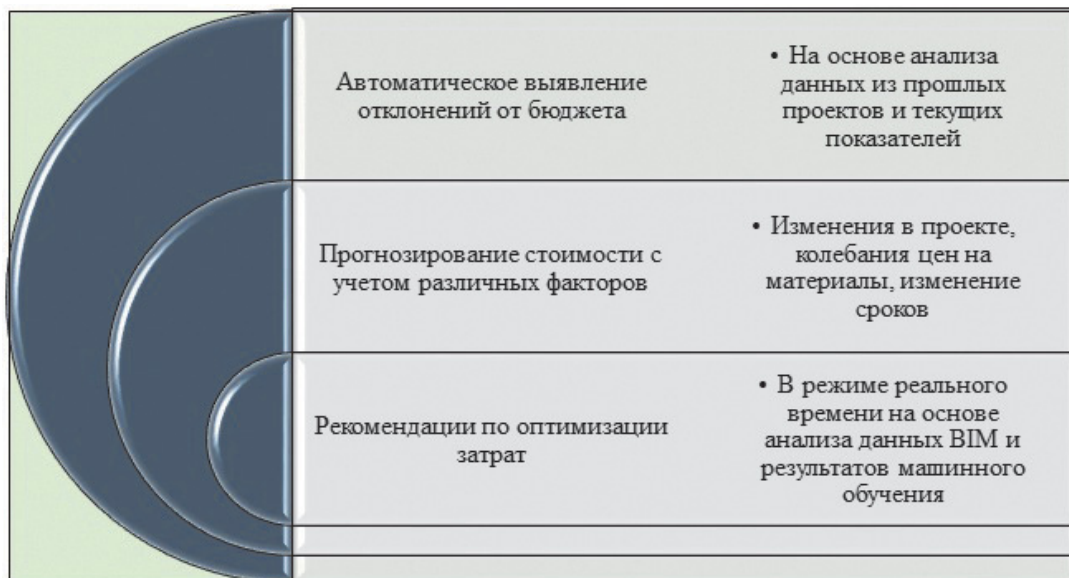


Рис. 2. Применение ИИ в управлении стоимостью на основе BIM

значительно упростило управление проектом и повысило точность прогнозирования затрат;

- на 5% сократилось время реализации проекта благодаря точному планированию и оптимизации процессов строительства;
- BIM позволил выявить потенциальные риски перерасхода на ранних стадиях проекта и принять соответствующие меры, что помогло избежать превышения бюджета.

Этот пример показал, что использование BIM и 5D моделирования позволяет эффективно координировать строительные процессы и управление бюджетом, минимизируя риски и затраты.

Одним из перспективных направлений развития BIM является использование технологий искусственного интеллекта (далее – ИИ) и машинного обучения для автоматизации и улучшения процессов управления стоимостью. Алгоритмы ИИ могут анализировать огромные объемы данных, поступающих из BIM-моделей, и на основе этого анализа прогнозировать затраты, выявлять потенциальные риски перерасхода и предлагать оптимальные решения для снижения стоимости [3].

Применение ИИ в управлении стоимостью на основе BIM показано на рисунке 2.

Использование таких технологий сделает управление стоимостью более точным, проактивным и менее зависимым от человеческого фактора.

В ближайшие годы ожидается расширение возможностей интеграции BIM с финансовыми системами, что позволит создать полноценные цифровые платформы для управления проектами, объединяющие техническую и финансовую информацию в едином пространстве. Такие платформы будут включать автоматизированные процессы управления затратами, прогнозирования бюджетов и генерации финансовых отчетов. Эта интеграция позволит создавать сквозные рабочие процессы, где данные о проектировании, строительстве и стоимости будут полностью синхронизированы; улучшить контроль за финансовыми потоками на каждом этапе реализации проекта; сокращать время на расчеты и анализ данных

благодаря автоматизации работы между BIM-моделями и финансовыми инструментами. Полноценная интеграция BIM и финансовых систем может сделать управление стоимостью более эффективным и быстрым, снизив количество ошибок, связанных с ручной обработкой данных [4].

С увеличением объема данных, создаваемых BIM-моделями, все больше компаний переходят на использование облачных технологий для хранения и обработки этих данных. Облачные платформы позволяют обеспечивать доступ к информации в реальном времени для всех участников проекта, что значительно улучшает прозрачность управления стоимостью. Комплексное интегрирование облачных технологий в управление стоимостью позволяет на качественно ином уровне реализовывать процесс управления проектом в целом (рис. 3).

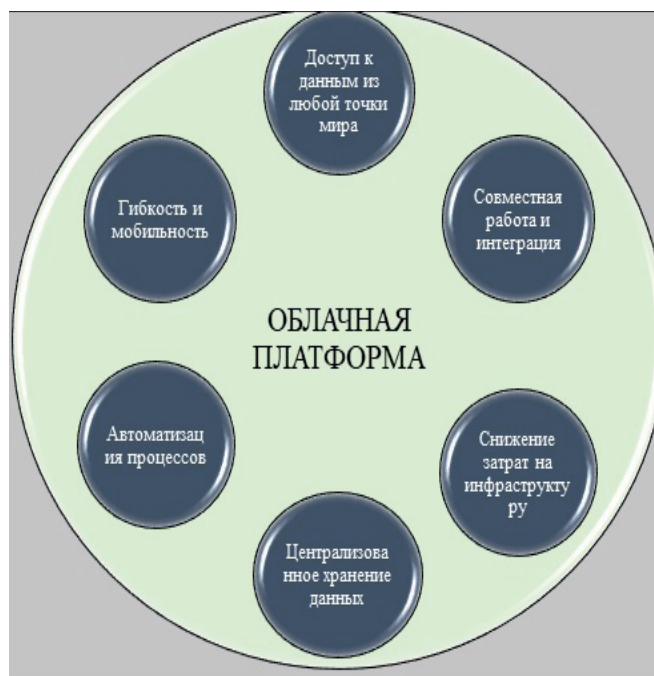


Рис. 3. Возможности использования облачных технологий в управлении ИСП

Таким образом, развитие облачных решений приведет к более гибкому и эффективному управлению стоимостью, особенно для крупных и распределенных проектов.

Все более востребованным инструментом для комплексного управления проектами становится 5D-моделирование [5, 6], включающее интеграцию в 3D-моделирование временных и стоимостных данных. В ближайшие годы 5D BIM станет стандартом для ИСП, так как позволяет управлять не только архитектурными и инженерными аспектами, но и контролировать стоимость и сроки реализации. Основными преимуществами 5D-моделирования являются:

- гибкость в управлении стоимостью ИСП: возможность прогнозировать, как изменения в проекте повлияют на общую стоимость проекта и сроки и реализации [7, 8];

- улучшение планирования: возможность интеграции графиков выполнения работ с бюджетами, что даст возможность более точно планировать использование ресурсов;

- повышение прозрачности и точности: возможность просматривать данные о стоимости в 5D и отслеживать изменения в реальном времени, что значительно повысит прозрачность процессов управления проектом.

Повышение эффективности инвестиционно-строительных проектов за счет развития и использования 5D-технологий будет способствовать дальнейшему распространению ТИМ в строительстве и увеличению их влияния на управление стоимостью.

ВЫВОДЫ

В условиях глобальных изменений и технологического прогресса строительная отрасль активно трансформируется, внедряя инновационные подходы к управлению проектами. Одной из ключевых технологий, обеспечивающих такую трансформацию, является информационное моделирование зданий (BIM), которое уже зарекомендовало себя как мощный инструмент для оптимизации управления стоимостью инвестиционно-строительных проектов. В ходе исследования были рассмотрены основные аспекты управления стоимостью ИСП на основе информационного моделирования. Реальные примеры применения BIM, такие как реконструкция аэропорта «Пулково», строительство жилого комплекса и создание инфраструктурных объектов, показывают, что с помощью BIM удастся достигать значительных экономических выгод. Таким образом, BIM является ключевым фактором успеха современных ИСП, создавая условия для более точного, прозрачного и экономически эффективного управления стоимостью. Развитие этой технологии будет способствовать дальнейшей оптимизации строительных процессов и снижению рисков, что в итоге сделает проекты более успешными и рентабельными. Внедрение и развитие BIM — это не только требование времени, но и важный шаг к повышению конкурентоспособности компаний на строительном рынке.

Список литературы

1. Сычева, И. В. Особенности управления стоимостью инвестиционно-строительных проектов в условиях цифровой трансформации строительной отрасли ДНР / И. В. Сычева, Н. И. Бурау, И. А. Ванин. — Текст: непосредственный // *Строитель Донбасса*. — 2022. — № 4(21). — С. 9-16.
2. Горохова, Т. В. BIM-технологии в проектировании / Т. В. Горохова. — Текст: электронный // *Вестник магистратуры*. — 2022. — № 2-2 (125). — С. 35-37. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bim-tehnologii-v-proektirovanii/viewer> (дата обращения: 22.09.2024).
3. Raqqad, Z. K. *The Integration of BIM and AI in Modern Construction Projects: Between Theory, Applicability, and Realistically*. — Текст :электронный // SSRN. — 2024. — 20 p. — URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4703227 (дата обращения: 22.09.2024).
4. Pan, Y., & Zhang, L. *Integrating BIM and AI for Smart Construction Management: Current Status and Future Directions*. — Текст :электронный // *Archives of Computational Methods in Engineering*. — 2023. — № 30. — P. 1081-1110. — URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11831-022-09830-8> (дата обращения: 22.09.2024).
5. Пантелеева, М. С. BIM-технология и особенности стратегического управления строительным предприятием / М. С. Пантелеева, А. В. Юношева. — Текст: непосредственный // *Труды ЭУИС МГСУ*. — Москва : Изд-во НИМГСУ, 2016. — С. 50-56.
6. Яськова, Н. Ю. Эволюция имманентных свойств инвестиционно-строительной деятельности на современном этапе развития России / Н. Ю. Яськова. — Текст: непосредственный // *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. — 2018. — Т. 8. — № 4(27). — С. 79-90.
7. Саенко, И. А. Исследование системы управления инвестиционно-строительными проектами с применением технологии информационного моделирования / И. А. Саенко, Т. А. Шпенькова, Я. Д. Саенко. — Текст: непосредственный // *Вестник ТГАСУ*. — 2024. — Т. 26. — № 1. — С. 152-162.
8. Давыдов, Н. С. Внедрение BIM-технологий в части ценообразования посредством использования систем автоматизации выпуска сметной документации / Н. С. Давыдов, С. В. Придвижкин, А. В. Белькевич. — Текст: непосредственный // *BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы Всерос. науч.-практ. конф.* — СПб., 2018. — С. 8-13.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Зерова Ольга Николаевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории и информационно-стоимостного инжиниринга Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: управление финансами в сфере строительства и жилищно-коммунального хозяйства, стоимостной инжиниринг.

Телегин Илья Владимирович – магистрант кафедры экономической теории и информационно-стоимостного инжиниринга Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: управление стоимостью инвестиционно-строительных проектов.

Водолазский Владислав Игоревич – магистрант кафедры экономической теории и информационно-стоимостного инжиниринга Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: управление инвестиционно-строительными проектами на основе информационного моделирования.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Zerova Olga N. – Ph. D. (Econ.), Associate Professor, Department of Economic Theory and Information and Cost Engineering, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DNR, Makeyevka, Russia. Scientific interests: financial management in the field of construction and housing and communal services, cost engineering.

Telegin Ilya V. – Master's Student, Department of Economic Theory and Information and Value Engineering, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeyevka, Russia. Scientific interests: cost management of investment and construction projects.

Vodolazsky Vladislav I. – Master's Student, Department of Economic Theory and Information and Value Engineering, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeyevka, Russia. Scientific interests: management of investment and construction projects based on information modeling.

Статья поступила в редакцию 05.11.2024; одобрена после рецензирования 15.11.2024; принята к публикации 22.11.2024.

The article was submitted 05.11.2024; approved after reviewing 15.11.2024; accepted for publication 22.11.2024.

БИБЛИОТЕКА ДОННАСА ПРЕДСТАВЛЯЕТ ЭСТЕТИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ

Архитектор,
поистине изменивший
облик России

К 230-летию со дня рождения
архитектора

Константина Андреевича
ТОНА
(1794 – 1881)



Имя русского архитектора Константина Андреевича Тона (1794-1881) вряд ли на слуху у широкой российской публики. Но стоит назвать хотя бы несколько возведенных им дворцов, храмов, зданий — и любой воскликнет: так это Тон?! Да! Это Константин Тон!

Как-то Бернард Шоу, харизматичный ирландец, первым в мире добившийся обладания уникальным тандемом Нобелевской и Оскарской премий, выдал такую вот фразу: «Звания и титулы придуманы для тех, чьи заслуги перед Отечеством бесспорны, но народу этой страны порой неизвестны...»

Константин Андреевич Тон. 6 ноября отмечали 230-летие со дня его рождения. Чем же он прославился на Руси?

Сегодня есть полный резон по юбилейному поводу более развернуто, рассказать о культурном наследии и неординарных фактах биографии этого воистину подвизника на поприще зодчества, высокоталантливого Мастера, который так беззаветно был предан главному делу всей жизни, что почитал невозвратной потерей все часы сна после четырех утра, и первый свой отпуск на все сто отгулял лишь на 62-м году от роду...Прожил Тон долгую и интересную жизнь — 87 лет.

К. А Тон был одним из ярких архитекторов эпохи императора Николая I. Творил в эклектическом русско-византийском стиле. И был в нём гениален.

Между тем всенародно известны и, бесспорно, знамениты такие знаковые его шедевры отечественного зодчества, как:

- Большой Кремлевский дворец,
- Оружейная палата,
- Храм Христа Спасителя в Москве — жемчужина творчество Тона,
- Владимирский собор—усыпальница адмиралов в благословенном Севастополе
- 50, как величественных, так и «малых ростом» церквей,
- Малый театр в Москве,
- Пристань со сфинксами у здания Академии художеств в Санкт-Петербурге. Сегодня это одна из знаковых достопримечательностей Петербурга.
- Иконостас в Казанском соборе в Санкт-Петербурге,
- Комплексы столичных вокзалов первой в стране Николаевской железной дороги и многое другое.

НАЧАЛО БОЛЬШОГО ПУТИ

Константин Тон родился 26 октября (6 ноября) 1794 году в городе Санкт-Петербург. В его весьма обеспеченной семье обрусевших немцев в Санкт-Петербурге царил культ преклонения перед тремя семейными ценностями: ювелирным делом, классической музыкой и архитектурой, ибо в разветвленном генеалогическом древе Тонов целые «ветви» были «усеяны» композиторами, придворными золотых дел мастерами и зодчими.

Посему вовсе не случайно исходя, конечно, из доминантных наклонностей всесторонне талантливого мальчика, Константина уже в девять лет определили в Императорскую Академию художеств под крыло знаменитого архитектора Андрея Воронихина, отца русского ампира, автора проекта собора в честь иконы Казанской Божией Матери в городе на Неве. Там же, кстати, обучались и два брата К.А. Тона, но знаменитым стал все-таки он...

В 1815 году после окончания Академии, с малой золотой медалью, присужденной за проект здания Сената, К.Тон был назначен художником 1-й степени, что позволяло ему получить пенсионерское обучение за границей. Однако из-за финансовых проблем в Академии, Тон не смог отправиться за рубеж. И только спустя 3 года в 1818 году, художник-архитектор представил Академии художеств проект ярмарки, и, наконец, получил средства для пенсионерской поездки за границу. Константин отправился в Италию, где изучал античные и ренессансные произведения искусства. Почти десять лет продолжалось заграничное пенсионерство Тона в Италии, Франции и Германии. После того как Тон на бис одарил Рим уникальным проектом полной реконструкции Дворца цезарей, он стал членом трех европейских академий — Римской археологической академией, Римской и Флорентийской академиями художеств и буквально триумфатором в 1828 году вернулся в Россию...

Благодаря тому, что дворец Цезарей очень понравился Николаю I, архитектор был причислен к кабинету Его Величества с огромным по тем временам жалованием в 3000 рублей в год. Именно благоволение российского самодержца позволило зодчему работать, а главное — воплотить в жизнь проекты, которые поражают своими масштабами даже сегодня.

ЭТОТ НОВЫЙ

«РУССКО-ВИЗАНТИЙСКИЙ» СТИЛЬ

Фирменный стиль Константина Тона оформился во время работы над московской церковью Екатерины Великомученицы. (Снесена в 1929 году).

Вот как описывает это современник Тона, художник и историк искусства, академик Федор Солнцев: «Когда проектировалась постройка храма Екатерины Великомученицы, то государю представлено было до восьми проектов. Но все они не удостоились высочайшего одобрения. Государь говорил: «Что это все хотят строить в римском стиле; у нас, в Москве, есть много прекрасных зданий совершенно в русском вкусе». Тон составил проект русского храма XVII века. Государю этот проект очень понравился. Тон приобрел известность, и с тех пор начались в России постройки храмов и зданий в русско-византийском стиле».

В энциклопедическом словаре Брокгауза и Эфрона так сформулирована заслуга зодчего перед Отечеством: «Он первый отвернулся от слепого подражания западноевропейским образцам и указал русским архитекторам на богатый источник вдохновения, кроющийся в памятниках их родной старины».

ГЛАВНЫЙ ХРАМ СТРАНЫ

Еще в 1829 году в Санкт-Петербургской Академии художеств рассматривался вопрос создания в Москве храма Христа Спасителя. Он задумывался как грандиозный памятник победы над Наполеоном. Было объявлено несколько конкурсов, в которых приняла участие московские и питерские архитекторы. В итоге в конце 1831 года Николай I вызвал Тона в Москву и поручил ему проектирование храма Христа Спасителя. Этот проект сделал Константина Андреевича архитектором номер один в государстве.

Строительство храма длилось 44 года (1839 – 1883 гг.), и на момент освящения в 1883 году он был самым большим в России. Здесь могли разместиться 10 000 человек, высота здания составляла 103 м (выше, чем Исаакиевский собор), а площадь внутренних росписей – 22 000 квадратных метров, 9000 из которых были позолочены. Собор расписывали и оформляли лучшие мастера России: художники Суриков, Крамской, Верещагин и другие, скульпторы Иванов, Ромазанов, Клодт и Логановский. Всеми работами лично руководил Тон, и никаких нареканий к нему никогда не возникало.

Несмотря на то, что у проекта были ярые противники, вскоре огромное строение в самом центре Москвы стало неотъемлемой частью столицы, символом русского православия и самодержавия. Во многом именно поэтому, 5 декабря 1931 года здание храма было взорвано. Собор был уничтожен большевиками в разгар воплощения в жизнь сталинского генплана. В 1994 – 1997 гг. храм был построен заново по образцу и подобию первого.

КРЕМЛЕВСКИЙ ДВОРЕЦ

В 1837 году император поручил Константину Андреевичу еще одну масштабную работу. Задумав соорудить в Московском Кремле новый дворец, Николай I поставил перед Константином Тоном задачу соединить «все, что в памяти народной тесно связано с представлением обиталища Государя «увязать вместе разновременные строения, не разрушая их, — и одновременно сделать новый дворец функциональным».

Константин Тон пришел к проекту Кремля уже зрелым мастером и блестяще справился с задачей,

соединив в единое и неразрывно целое новое здание, и окружающие его древние храмы, и царские дворцы.

Будущий дворец был заложен 30 июня (12 июля) 1838 года, а 3 апреля (15 апреля) 1849 года, на Пасху, освящен в присутствии государя и всей царской фамилии. Над Москвой поднялся грандиозный дворец площадью 20 000 квадратных метров. Размерами и роскошью дворец превзошел все известные дворцовые постройки. Но главное – он объединил с современностью далекое прошлое. Поэтому самый необычный дворец на планете стал много больше, нежели архитектурным шедевром. Ансамбль включает в себя Теремной дворец, девять церквей и порядка 700 залов, пять из которых названы в честь российских орденов. Протяженность главного фасада – 125 м. Сейчас дворец является парадной резиденцией президента: здесь проходят торжественные приемы, церемония инаугурации, вручение госнаград.

Попутно Константин Тон продолжал проектировать церкви в Санкт-Петербурге, Москве, Царском Селе, Ельце, Красноярске, Костроме.

В 1838 г. Тон издал альбом с чертежами типовых каменных церквей на 1000, 500 и 200 человек. Эти проекты стали образцами форм и стиля, которых придерживались при церковном строительстве архитекторы во всей Империи.

В 1854 г. Константин Тон возглавил Академию художеств. Годы его ректорства были ознаменованы интересом к историческому наследию России. Специалисты Академии реставрировали многие памятники архитектуры. Константин Андреевич основал при Академии Музей древнерусского искусства, чьи экспонаты позже стали основой коллекции Русского музея.

С 1860-х годов Константин Тон фактически перестал получать заказы и работать над проектами. Его избрали почетным членом и корреспондентом Королевского института британских архитекторов, и почетным членом Московского архитектурного общества. Но несмотря на свои заслуги, в старости зодчий остался почти без средств к существованию и проживал с дочерью на съемной квартире.

Константин Тон умер в 1881 году. Похоронили архитектора на Волковском кладбище в Санкт-Петербурге.

— Мемориальные доски в честь Константина Тона установлены на Московском вокзале в Петербурге и на Ленинградском вокзале в Москве.

— В 1994 году была выпущена почтовая марка России, посвященная Тону.

— В 2017 году Банком России выпущена серебряная монета номиналом 25 рублей «Константин Андреевич Тон».

«Творческое наследие Константина Тона противоречиво, но очень характерно для своего времени – пограничного между двумя большими архитектурными эпохами – классицизмом и эклектикой. Но нет сомнения в том, что пристани со сфинксами на Неве, Большому Кремлевскому дворцу и вокзалам Николаевской железной дороги суждена если не вечная, то длинная жизнь».

В. Г. Лисовский «Зодчие Санкт-Петербурга XIX – начала XX века».

Материал подготовила библиотекарь 1 категории Т.Н. Шинкарева

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Планируемый к изданию 30-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 строительного-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 7 февраля 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

ИНЖЕНЕРНЫЙ ФЕСТИВАЛЬ В ДОННАСА



С 11 по 16 ноября в Малой академии строительства и архитектуры (МАСТАР) в Донбасской национальной академии строительства и архитектуры прошёл Инженерный фестиваль для обучающихся старших классов и студентов СПО. В рамках Инженерного фестиваля в понедельник, 11 ноября, была проведена олимпиада по математике в двух номинациях: школьники и студенты СПО и студенты 1-2 курсов академии.

В субботу, 16 ноября, была проведена Инженерная олимпиада для обучающихся старших классов средних общеобразовательных и профессиональных учреждений.

Кроме этого, для школ и СПО организованы научно-развивающие экскурсии по лабораториям ДОННАСА.

Например, 14 ноября, учащиеся школ №16 и 72 города Макеевки, а также школы №126 города Донецка при партнёрстве с командой проекта «Твой выбор» из Молодёжного парламента ДНР под руководством Ольги Андреевны Ягниной посетили несколько лабораторий кафедр факультета инженерных и экологических систем в строительстве, а также факультета механики и цифрового инжиниринга в строительстве.

Сначала ребята посетили кафедру теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции (ТТГВ), где их тепло встретили студенты-первокурсники.

Далее школьников ожидала зажигательная лекция-викторина по альтернативным источникам энергии от заведующей кафедрой ТТГВ, кандидата технических наук, доцента Златы Викторовны Удовиченко, увлекательное практическое занятие от кандидата технических наук, доцента кафедры ТТГВ и одного из лучших лекторов Малой академии строительства и архитектуры Нелли Вадимовны Колосовой, квиз и, конечно же, подарки.

Затем ребята познакомились с двигателями и автозапчастями машин различных марок, а также машинными механизмами, приняли участие в запуске двигателя внутреннего сгорания, «поуправляли» автобусом и грузовиком, а также узнали об изобретениях сотрудников кафедры автомобильного транспорта, сервиса и эксплуатации.

Экскурсии завершились традиционной фотосессией.





ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»



РФ ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2



+38(0623) 43-70-33



mailbox@donnasa.org