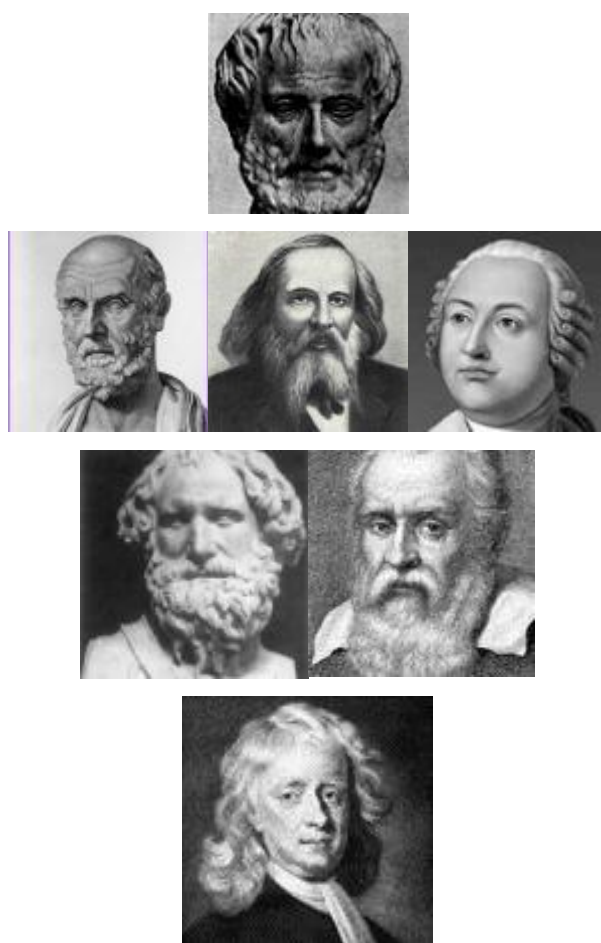


*Образование и наука  
в современном мире. Инновации*



*научный журнал*

## **ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА**

### **В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ. ИННОВАЦИИ. 3 (64)2026**

Научный журнал издается с октября 2015г

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Реестровая запись: Эл № ФС77-81404 от 7 июля 2021

*Главный редактор –*

Симонова Ирина Николаевна, к.и.н., доцент кафедры «Инженерная экология»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

*Заместитель главного редактора –*

Щепетова Вера Анатольевна, к.т.н., доцент кафедры «Инженерная экология»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

*Ответственный секретарь -*

Князева Олеся Евгеньевна, старший преподаватель кафедры «Инженерная экология»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

Редакционная коллегия:

М.М. Абдуразаков доктор педагогических наук, профессор (г. Москва)  
О.В. Варникова доктор педагогических наук, профессор (г. Пенза)  
Е.А. Володина кандидат филологических наук, доцент (Швеция г. Гетеборг)  
А.И. Еремкин доктор технических наук, профессор (г. Пенза)  
Н.Н. Зеркина кандидат филологических наук, доцент (г. Магнитогорск)  
С.С. Исакова доктор филологических наук, профессор (Казахстан г. Актюбинск)  
Л.А. Королева доктор исторических наук, профессор (г. Пенза)  
Н.Н. Костина кандидат филологических наук, доцент (г. Магнитогорск)  
А.Н. Кошев доктор химических наук, профессор (г. Пенза)  
В.В. Кучерова кандидат физико-математических наук (г. Саратов)  
А.В. Павлова кандидат филологических наук, доцент (г. Оренбург)  
А.В. Петров доктор филологических наук, профессор (г. Магнитогорск)  
Е.Н. Рашикулина доктор педагогических наук, профессор (г. Магнитогорск)  
Б.Б. Хрусталева доктор экономических наук, профессор (г. Пенза)  
О.П. Черных канд. философских наук, доцент (г. Магнитогорск)  
А. М. Wong Ph.D in Exercise Physiology (USA Arlington, Virginia)  
Н.Б. Хасанов доктор педагогических наук, профессор (Кыргызстан г. Бишкек)

Издание выходит в электронном виде. Периодичность выхода 6 раз в год.

Учредитель: ФГБОУ ВПО "Пензенский государственный университет архитектуры и строительства", Россия

Адрес: 440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, дом 28, ПГУАС, редакция журнала «Образование и наука в современном мире. Инновации».

e-mail: [obr\\_nayka@mail.ru](mailto:obr_nayka@mail.ru)

Тел. +79631044627

ПЕНЗА, 2026

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

#### НАСТАВНИЧЕСТВО В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АДАПТАЦИИ МОЛОДЫХ ПЕДАГОГОВ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Исака М. Г. ....8

#### КЛАССИЧЕСКИЕ И АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ОХРАНЕ ТРУДА В ВУЗАХ

Князева О. Е. ....14

### ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ

#### ИДЕНТИЧНОСТЬ: ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ИСТОРИОГРАФИИ

Королева Л. А., Мику Н. В., Гришин А. В., Вазеров И. Д. ....19

### ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

#### АНАЛИЗ ЯЗЫКА НАУЧНОГО СТИЛЯ В КОНТЕКСТЕ ПРАГМАТИЧЕСКОЙ ЛИНГВИСТИКИ

Каргина Е. М., Лёвушкин А. Г. ....28

### ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ

#### РАННИЕ ПРОЕКТЫ АВТОРОВ-АРХИТЕКТОРОВ АВАНГАРДНОГО ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА ГОРОДОК ЧЕКИСТОВ В ЕКАТЕРИНБУРГЕ

Еремеев В. Е. ....35

### ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

#### ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Соболев С. Ю., Букин С. Н. ....50

#### ВЛИЯНИЕ ЭКО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Цапина А. А., Ломов С. П., Арсангириев А. Л. ....57

РАЗВИТИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ РЕКРЕАЦИОННОГО ЗЕМЕЛЬНО-ИМУЩЕСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА НА ТЕРРИТОРИИ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Чурсин А. И., Ишамятова И. Х., Григорьев В. А., Харитонов П. И.....65

ПРОБЛЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАБРОШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ПРИМЕРЕ ЗАТО ЗАРЕЧНЫЙ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Хаметов Т. И., Краснова А. И.....75

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

АНАЛИЗ ДЕЛОВОЙ АКТИВНОСТИ В СТРОИТЕЛЬНОМ БИЗНЕСЕ

Джевицкая Е. С.....83

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЫНКА ЖИЛЬЯ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ И МАЛЫХ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТАХ: ТЕНДЕНЦИИ И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СТОИМОСТНУЮ РАЗНИЦУ

Стионова О. С., Чудайкина Т. Н. , Тархов А.В.....92

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ Г. ПЕНЗА

Тарakanов О. В., Утюгова Е. С.....100

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ ПРИ УСТАНОВКЕ ОКОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Агафонкина Н. В., Гарькина В. А., Салтыкова С. А.....105

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Акифьев И. В., Бондарь К. В.....113

ЭКОНОМИЯ ГАЗА В БЫТУ

Аржаева Н. В., Разживина П. П., Краюшкина В. А.....119

ВИДЫ ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК В ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Баканова С. В., Исмаилова В. О.....125

АКУСТИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОБЪЕКТЫ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ В  
УСЛОВИЯХ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ: АНАЛИЗ, ОЦЕНКА И МЕТОДЫ  
СНИЖЕНИЯ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ

Гречишкин А. В., Салтыкова С. А.....132

ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ АКВАТЕРМАЛЬНЫХ  
КОМПЛЕКСОВ

Девликамова А. С.....142

АРХИТЕКТУРНО-ТУРИСТИЧЕСКИЙ МАРШРУТ КАК ИНСТРУМЕНТ  
ФОРМИРОВАНИЯ НОВОЙ ГОРОДСКОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ

Денисова А. В., Соколова Н. В.....157

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВНУТРЕННЕГО МИКРОКЛИМАТА НА  
СОХРАННОСТЬ УБРАНСТВА В ЗАЛЕ БОГОСЛУЖЕНИЯ ПРАВОСЛАВНЫХ  
ХРАМОВ

Еремкин А. И., Пономарева И. К., Якашина О. И., Мельникова Д. А.....165

МЕТОДИКА ЛОКАЛИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА В  
ДВУХУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЕ ДОСТАВКИ ГРУЗА АВТОМОБИЛЬНЫМ  
ТРАНСПОРТОМ

Жесткова С. А., Зиннатуллин В. Н.....171

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ  
АРХИТЕКТУРНО-ДЕКОРАТИВНЫХ БЕТОНОВ

Коровкин М. О., Ерошкина Н. А., Журавлев С. И., Довгуль Е. Ю.,  
Михайлова Е. Д.....177

ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ИЗНОСА

Куимова Е. И., Кудишина А. Э., Салтыкова С. А.....184

БИОНИКА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ КАК НАПРАВЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОГО  
АРХИТЕКТУРНО-ИНЖЕНЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Лопатина В. Д., Максяшева А. М., Снежкина О. В.....191

ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СБОРОЧНЫХ УЗЛОВ В ПРОГРАММЕ КОМПАС-3D

Лысый С. П., Зуйков С. С., Мирзаев Х. И.....198

ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ СЕРОВОДОРОДА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Макарова В. П., Егорушкин В. В., Щепетова В. А.....203

СТРАТЕГИИ ПРИБЛИЖЕННЫХ РЕШЕНИЙ УРАВНЕНИЙ

Малышева М. Р., Гарькина И. А.....209

ВЛИЯНИЕ ВЛАГОВЫДЕЛЕНИЙ НА ТЕПЛООТДАЧУ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ В ПОМЕЩЕНИИ КРЫТОГО БАССЕЙНА

Орлова Н. А., Фролов М. Н.....215

ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ДЕФОРМАТИВНЫЕ СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНОВ

Очкина Н. А., Повалихин Е. С.....220

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В КОНТЕКСТЕ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ

Прохоров С. Г., Валеева В. В.....226

ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ НА ПРИМЕРЕ ЦЕМЕНТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Симонова И. Н., Гафуров Б. М.....231

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЗООЛОГИЧЕСКИХ ПАРКОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ КАК НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ

Солуданов Я. Ю., Гарькина В. А., Месселе В. А.....236

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В  
ЗООЛОГИЧЕСКИХ ПАРКАХ: ПЕРСПЕКТИВЫ МОНИТОРИНГА ЖИВОТНЫХ,  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И УПРАВЛЕНИЯ ПОСЕТИТЕЛЬСКИМИ  
ПОТОКАМИ

Солуданова Т. Е., Месселе В. А.....248

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИТОГОВОГО ТЕСТИРОВАНИЯ В ВЫСШЕЙ  
ШКОЛЕ

Тараскина Е. А., Ячинова С. Н.....256

МЕТОД ХОЛЕЦКОГО В ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧАХ

Титова Е. И., Духовникова Д. М.....262

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ СИСТЕМ  
ВЕНТИЛЯЦИИ НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГЕТИКИ

Чичиров К. О., Месселе В. А.....266

МОГУТ ЛИ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ЗАМЕНИТЬ АРХИТЕКТОРОВ В СФЕРЕ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ?

Шведова В. С., Дубовик Д. Д.....275

ПРИЧИНЫ И ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ УРБАНИЗАЦИИ В XXI ВЕКЕ

Щур Д. А., Зиятдинов З. З.....283

**УДК 37.08**

**НАСТАВНИЧЕСТВО В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АДАПТАЦИИ  
МОЛОДЫХ ПЕДАГОГОВ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

**Исака Михаил Георгиевич**  
магистр

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»  
e-mail: wolga0106@gmail.com

**MENTORING IN THE SYSTEM OF ENSURING THE ADAPTATION OF YOUNG  
TEACHERS IN A GENERAL EDUCATION ORGANIZATION**

**Isaka Mikhail Georgievich**  
Master's degree

FGBOU VO «Penza State University»  
e-mail: wolga0106@gmail.com

**Аннотация:** статья посвящена изучению наставничества в общеобразовательных учреждениях. Представлен качественный анализ данных по исследуемой теме. Раскрыты основные проблемы молодых педагогов в начале своей профессиональной деятельности. Результаты данного исследования можно использовать для успешной адаптации молодых специалистов в сфере образования.

**Ключевые слова:** общеобразовательная организация, молодой педагог, наставник, адаптация.

**Abstract:** the article is devoted to the study of mentoring in educational institutions. A qualitative analysis of the data on the topic under study is presented. The main problems of young teachers at the beginning of their professional activity are revealed. The results of this study can be used for successful adaptation of young specialists in the field of education.

**Key words:** general education organization, young teacher, mentor, adaptation.

Адаптация молодых специалистов в общеобразовательных учреждениях является важным аспектом образования. так как от этого зависит эффективность образовательного процесса. Существуют различные формы наставничества - это системы поддержки и профессионального развития молодых педагогов, а также адаптация в коллективе и

учебном заведении. Общая совокупность внешних и внутренних факторов предоставляют человеку возможность выбрать правильный и верный путь адаптации в общеобразовательном учреждении. Необходима мотивация для обеих взаимодействующих сторон, участвующих в процессе адаптации.

Цитируя, О. А. Воскресенко: «... школа молодого учителя представляет собой функционирующее на постоянной основе профессионально-педагогическое объединение, нацеленное на формирование целостной системы оказания молодому педагогу комплексной предметной, психолого-педагогической и организационно-методической помощи и поддержки [1].

О. А. Воскресенко считает, что характер протекания адаптационных процессов у молодых педагогов не только оказывает значимое влияние на траекторию их дальнейшего личностно-профессионального развития, но и нередко определяет, останется ли начинающий специалист работать в системе общего образования [1]. Процесс адаптации зависит также от внедрения прогрессивных методов в учебный процесс образовательных учреждений. Этому способствует также увлеченность профессией, характер личности, высокая степень образованности. В основе адаптации молодых специалистов не один стимул, а целый комплекс. Все они взаимосвязаны и дополняют друг друга.

Нужно отметить, что не любая мотивация способствует правильной адаптации начинающих педагогов. Опираясь на выводы, сделанные в исследовании Варниковой О.В. можно выстроить эффективную модель взаимодействия «опытный учитель — молодой педагог», что важно для качества образования.

Наше исследование посвящено изучению адаптации молодых специалистов в общеобразовательных учреждениях, также рассматриваются аспекты интеграции молодёжи в коллектив опытных педагогов. Активное приспособление индивида к условиям социальной и профессиональной среды, зависит от большого количества причин субъективного и объективного характера. Немалую роль здесь играют генетические факторы, определяющие свойства нервно-психических процессов, особенности воспитания, а также требования самой среды, в которой личность находится в данный момент.

Несмотря на то, что каждый человек имеет свой, неповторимый индивидуальный тип поведения и, можно выделить некоторую область ответных реакций, которые считаются психической нормой. Также имеет смысл определить отношение человека к тем или иным общечеловеческим ценностям как моральную норму. Способность творчески и активно адаптироваться к изменяющимся условиям среды, в пределах этих норм, определяется

личностными адаптационными способностями, пишут в своей статье А.Г. Маклакова и С.В. Чермянина [2].

В исследовании принимали участие 32 студента факультета педагогики, психологии и социальных наук, кафедры педагогики и психологии, Педагогического института им. В.Г. Белинского.

Цель данного исследования состоит в том, чтобы изучить процесс адаптации молодых специалистов в общеобразовательных учреждениях с помощью многоуровневого личностного опросника “Адаптивность” (МЛО-АМ) А.Г. Маклакова и С.В. Чермянина. Изучение процесса адаптации молодых специалистов в профессиональной среде необходимое условие для эффективности учебного процесса. Негативные отношения в коллективе могут повлечь за собой разного рода проблемы.

По результатам проведения опроса выделены следующие параметры.

Параметр 1- достоверность.

Параметр 2- адаптивные способности.

Составляющий параметр 2.1 Нервно-психическая устойчивость

Составляющий параметр 2.2 Коммуникативные особенности

Составляющий параметр 2.3 Моральная нормативность

Итоговую оценку по шкале "адаптивные способности" (АС) можно получить путем простого суммирования сырых баллов по трем шкалам:

Адаптивные способности = "Нервно-психическая устойчивость" + "Коммуникативные особенности" + "Моральная нормативность".

Полученные данные эмпирического исследования представлены на рисунке 1.

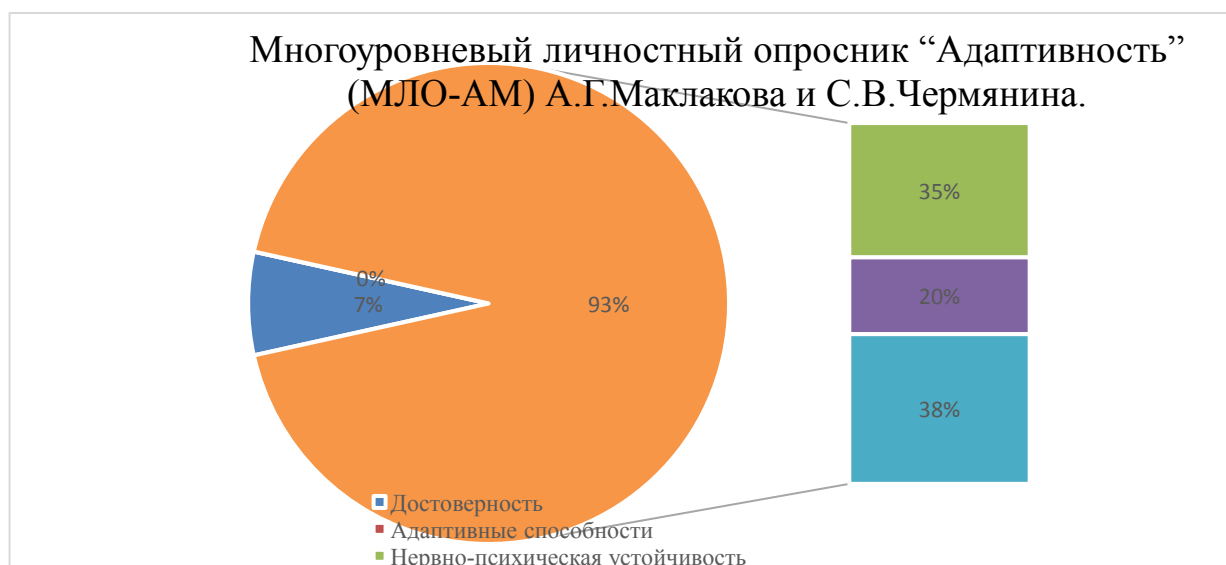


Рис. 1. Результаты по многоуровневному личностному опроснику “Адаптивность”

На рисунке 1 представлен количественный анализ результатов по многоуровневому личностному опроснику «Адаптивность» молодых педагогов. Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что у испытуемых преобладает достоверность 56%, (18 учащихся). Адаптивные способности на втором месте 44%, (14 учащихся).

Таким образом, у студентов достоверность немного преобладает над адаптивными способностями. Начали обработку со шкалы «Достоверность», чтобы оценить стремление обследуемого представить себя в более социально-привлекательном виде. В результате исследования видно, что выбранная группа студентов адекватно относятся к исследованиям и честно отвечали на вопросы данного опросника. Если бы шкала «Достоверность», превысила 8% от общего результата, то можно было бы считать, что результаты теста недействительны в связи с тем, что студенты в своих ответах пытаются представить себя в более привлекательном свете.

Каждый человек старается приспособиться к той или иной обстановке, причём различными методами: кто-то активно пытается влиться в коллектив, другие медленно усваивают инструкции, получаемые от наставников не торопясь, применяя их на практике. Адаптация в образовательных учреждениях зависит от большого количества объективных и субъективных причин, влияет внутренняя среда коллектива, в которую приходит молодой специалист, моральный настрой начинающего педагога. Страх перед новым коллективом, коммуникативные способности, стрессоустойчивость личности, моральные принципы, все эти факторы напрямую связаны с адаптивными способностями.

Каждый человек имеет свою неповторимую манеру общения, тем самым привлекая или отталкивая других людей, образуя, ответные реакции, которые являются следствием психологической оценки. Если молодой специалист может творчески и активно адаптироваться в новой среде, с её изменениями, значит он психически и морально устойчив. Начиная педагог должен для себя расставить приоритеты общечеловеческих ценностей и следовать выбранному курсу участвуя, вникая, изучая новый коллектив.

Термин адаптация применяется не только к начинающим педагогам, но и ко всему персоналу общеобразовательного учреждения, так как, практически всем приходится общаться с молодым преподавателем в тех или иных рамках. При появлении нового человека в коллективе возникают взаимоотношения рабочего и личного характера, которые под воздействием ряда факторов складываются по-разному. Поэтому адаптироваться должен не только молодой специалист к коллективу, но и коллектив общеобразовательного учреждения к молодому педагогу.

Общеобразовательное учреждение - это замкнутая среда, внутри которой находится наставник и начинающий педагог, между ними должна выстроиться определённая линия взаимоотношений, помогающая обеим сторонам легко контактировать. Наставнику необходимо с пониманием отнестись к начинающему специалисту, чтобы не возникло стрессовой ситуации в связи с моральным перенапряжением.

Субботина Т. Н. в своей статье пишет, что, современной школе нужны учителя, отличающиеся творческим потенциалом, ответственным отношением к работе, мобильностью. Очевидно, что таким учитель становится не сразу, и наставничество может помочь молодому педагогу раскрыть свой потенциал, мотивировать его к саморазвитию, помочь быстрее и быстрее адаптироваться в новом коллективе. В рамках стратегического управления наставничество выступает элементом системы развития кадрового потенциала образовательной организации [3]. В соответствии с концепцией развития общеобразовательной системы одним из приоритетов являются педагоги как разносторонние, творческие, активные, способные обучать, развивать способности учеников, используя для этого новые и современные технологии.

В настоящее время статистика говорит о том, что педагогический состав общеобразовательных учреждений «стареет». Но наряду с опытными педагогами трудятся и молодые специалисты. От того как сложится их трудовая деятельность влияют многие факторы - помощь административного персонала общеобразовательного учреждения, взаимодействие с наставником, взаимоотношения с учащимися и их родителями.

Существуют различные формы организации работы с молодыми педагогами на этапе их адаптации к общеобразовательной организации. Эти формы направлены на профессиональное развитие, адаптацию молодых специалистов и повышение их компетентности, проявление навыков самоорганизации в первые годы работы.



Рис. 2. Основные формы работы с молодыми педагогами

Важной задачей в этом вопросе является не только вовлечение молодых людей в сферу образования, но и удержание их в выбранной профессии.

#### ***Библиографический список литературы:***

1. Воскрекасенко О.А. Педагогическое сопровождение развития социальной адаптивности студентов / О.А. Воскрекасенко. – Пенза: ПГУ, 2017. – 372 с. (25 п.л.)
2. Маклаков А.Г., Чермянин С.В. Многоуровневый личностный опросник «Адаптивность» (МЛО-АМ).
3. Варникова О.В. Социально-педагогические аспекты формирования профессиональных умений у студентов технического вуза. / Варникова О.В. - В18 – Пенза: ПГУАС, 2007. -102 с.
4. [https://dnevniknauki.ru/images/publications/2023/10/pedagogics/Subbotina\\_Astafieva.pdf](https://dnevniknauki.ru/images/publications/2023/10/pedagogics/Subbotina_Astafieva.pdf)

## КЛАССИЧЕСКИЕ И АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ОХРАНЕ ТРУДА В ВУЗАХ

**Князева Олеся Евгеньевна**

*старший преподаватель кафедры «Инженерная экология»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»  
e-mail: kolchina\_o.e@mail.ru*

## CLASSICAL AND ALTERNATIVE METHODS OF TRAINING OCCUPATIONAL SAFETY SPECIALISTS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

**Knyazeva Olesya Evgenievna**

*senior Lecturer of the Department of Engineering Ecology  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»  
e-mail: kolchina\_o.e@mail.ru*

**Аннотация:** в статье рассматриваются классические и альтернативные методики подготовки специалистов по охране труда в системе высшего образования. Автор анализирует ключевые характеристики традиционного (лекции, семинары, лабораторные работы) и интерактивного (кейс-стади, деловые игры, VR-тренажеры, дистанционные технологии) подходов, приводя их сравнительное описание по таким критериям, как цель обучения, роль студента, основные формы и технологии, а также ключевые слабости. Обосновывается, что классические методики формируют фундаментальную теоретическую базу и нормативно-правовое мышление, тогда как альтернативные направлены на отработку практических навыков действий в нестандартных ситуациях. На основе анализа делается вывод о необходимости разумной интеграции обоих подходов: фундамент подготовки остается классическим, а формирование профессиональных компетенций достигается за счет активного внедрения интерактивных технологий. Предлагаемая интегральная модель позволяет будущему специалисту не только знать нормативные требования, но и быть готовым к эффективным действиям в реальных производственных условиях.

**Ключевые слова:** охрана труда, подготовка специалистов, высшее образование, классические методики обучения, альтернативные методики обучения, интерактивные технологии.

**Abstract:** the article examines classical and alternative methods of training occupational safety specialists in higher education. The author analyzes the key characteristics of traditional

(lectures, seminars, laboratory work) and interactive (case studies, business games, VR simulators, distance learning) approaches, providing a comparative description based on such criteria as learning objectives, the student's role, primary forms and technologies, as well as key weaknesses. It is argued that classical methods build a fundamental theoretical foundation and regulatory-legal thinking, whereas alternative methods are aimed at developing practical skills for acting in emergency situations. Based on the analysis, the author concludes that a reasonable integration of both approaches is necessary: the foundation of training remains classical, while the formation of professional competencies is achieved through the active implementation of interactive technologies. The proposed integrated model enables future specialists not only to know regulatory requirements but also to be prepared for effective action in real-world production conditions.

**Key words:** occupational safety, specialist training, higher education, classical teaching methods, alternative teaching methods, interactive technologies, case studies, business games, VR simulators, distance learning, professional competencies, emergency response skills.

Подготовка специалистов по охране труда в вузах сегодня строится на сочетании двух подходов. С одной стороны, это классические методики, формирующие фундаментальную теоретическую базу. С другой — альтернативные (интерактивные) методики, которые позволяют отрабатывать практические навыки в условиях, максимально приближенных к реальным

Для наглядного сравнения основных характеристик этих двух подходов можно обратиться к таблице 1.

Таблица 1

Сравнительные характеристики классической и альтернативной методик

| Критерий       | Классические<br>(традиционные)<br>методики                      | Альтернативные<br>(интерактивные)<br>методики                                        |
|----------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Цель           | Передача объема теоретических знаний, нормативно-правовой базы. | Формирование практических навыков, готовности к действиям в нестандартных ситуациях. |
| Роль студента  | Пассивный слушатель, объект воздействия.                        | Активный участник, субъект взаимодействия.                                           |
| Основные формы | Лекции, семинары, чтение нормативной документации,              | Кейс-стади (разбор ситуаций), деловые и ролевые игры,                                |

|                   |                                                                                         |                                                                                                        |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   | просмотр статичных наглядных материалов.                                                | тренинги, метод проектов.                                                                              |
| Технологии        | Доски, учебники, плакаты, слайд-лекции.                                                 | Компьютерные симуляторы, VR-тренажеры, интерактивные мультимедийные программы, дистанционное обучение. |
| Ключевая слабость | Низкая вовлеченность студентов, сложность удержания внимания, отрыв теории от практики. | Высокие требования к материально-технической базе и квалификации преподавателей.                       |

### Классические методики: фундамент профессиональных знаний

Традиционный подход составляет основу подготовки. Его главная задача — дать студенту тот самый необходимый минимум, без которого невозможна дальнейшая работа.

Лекционные занятия. Это основной источник систематизированных знаний. Как отмечается в исследованиях, традиционная лекция сегодня все чаще трансформируется в проблемную лекцию или лекцию-диалог. Преподаватель не просто излагает материал, а ставит проблемные вопросы, вовлекая студентов в обсуждение и поиск противоречий в нормативных актах или реальных ситуациях.

Практические и семинарские занятия. На них происходит закрепление теории. Студенты решают ситуационные задачи в простой постановке, работают с текстами документов (Трудовой кодекс, приказы Минтруда), учатся составлять акты и заполнять журналы. Эти формы готовят почву для более сложных интерактивных методов.

Лабораторные работы. Несмотря на «классический» статус, этот метод часто является первым шагом к практике. Студенты могут работать с приборами контроля параметров среды (шум, освещенность, загазованность), что позволяет связать абстрактные цифры ПДК с реальными измерениями.

### Альтернативные методики: от знаний к действиям

Современный работодатель ждет от выпускника не столько «ходячую энциклопедию» нормативов, сколько человека, способного быстро и правильно действовать в критической ситуации. Именно на это нацелены альтернативные методы.

Имитационное моделирование и VR-тренажеры. Это, пожалуй, самый яркий пример альтернативы. Вместо рассказа о том, как тушить пожар на электроустановке, студент погружается в виртуальную среду, где сам принимает решения. Например, программа может предложить смоделировать тушение возгорания. Если обучаемый забудет

обесточить оборудование и возьмет неподходящий огнетушитель (например, пенный), программа наглядно продемонстрирует последствия — короткое замыкание или взрыв.

Результат: Формируется не знание, а навык, закрепленный через собственные ошибки в безопасной среде. БНТУ (Беларусь) уже использует 16-местные VR-тренажеры для отработки групповых действий на стройплощадке.

Метод кейс-стади (Case-study). Студенты получают описание реальной производственной ситуации (авария, несчастный случай, предписание надзорных органов) и должны проанализировать ее, найти нарушения и предложить свои пути решения. Это учит работать с информацией, видеть причинно-следственные связи и обосновывать свою позицию.

Интерактивные организационные формы. Сюда относятся деловые игры (например, «Расследование несчастного случая» или «Проверка ГИТ»), круглые столы, мозговые штурмы. Они предполагают активное взаимодействие студентов друг с другом и с преподавателем, что развивает коммуникативные навыки и умение работать в команде.

Цифровизация и дистанционные технологии (E-learning). Это не просто перенос лекций в Zoom. Речь идет о создании интерактивных курсов с встроенными тренажерами, тестами для самопроверки и симуляциями. Это позволяет строить индивидуальную траекторию обучения, когда студент сам регулирует темп и сложность изучения материала.

Интеграция подходов: баланс теории и практики

Анализ источников показывает, что наиболее эффективные программы подготовки строятся не на отрицании одного метода в пользу другого, а на их разумной интеграции.

Пример интеграции: Сначала на классической лекции студент изучает правовые основы расследования несчастных случаев (теория). Затем на семинаре разбирает кейс с реальной аварией (анализ). И закрепляет все это на тренажере или в ролевой игре, где он выступает в роли председателя комиссии, опрашивающего очевидца.

Таким образом, современная подготовка специалиста по охране труда — это сложный синтез. Фундамент остается классическим (законы, нормативы), но «стены» и «крыша» здания профессиональных компетенций возводятся с помощью активных и интерактивных технологий, которые позволяют будущему специалисту не только знать, но и уметь действовать.

***Библиографический список литературы:***

1. Князева О.Е. Основы формирования готовности будущих инженеров в области охраны труда к профессиональной деятельности // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2025. 5 (60). С. 12-16.
2. Князева О.Е. Изучение основ формирования СУОТ в организации в процессе обучения будущих специалистов по охране труда // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2025. 6 (61). С. 6-11.
3. Варникова О.В., Пашковская С.С. Формирование межкультурной коммуникации как условие готовности студентов вуза к профессиональной деятельности // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2025. 2 (58). С. 142-149.
4. Романихина С.А., Варникова О.В. Наставничество как фактор, влияющий на процесс профессиональной адаптации студентов вуза // Молодежь. Образование. Наука. 2025. 1 (20). С. 71-74.

УДК 94(470)

**ИДЕНТИЧНОСТЬ: ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В  
ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ИСТОРИОГРАФИИ**

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-28-20273,  
<https://rscf.ru/project/25-28-20273/>

**Королева Лариса Александровна**

*доктор исторических наук, профессор кафедры «История и философия»  
ФГБОУ ВО «Пензенский университет архитектуры и строительства»  
e-mail: la-koro@yandex.ru*

**Мику Наталья Валентиновна**

*кандидат исторических наук, доцент кафедры «История и философия»  
ФГБОУ ВО «Пензенский университет архитектуры и строительства»  
e-mail: mikunatalja@rambler.ru*

**Гришин Антон Валерьевич**

*кандидат исторических наук, старший преподаватель кафедры «Менеджмент»  
ФГБОУ ВО «Пензенский университет архитектуры и строительства»  
e-mail: uhbibifynjy@rambler.ru*

**Вазеров Илья Денисович**

*ассистент кафедры «История и философия»  
ФГБОУ ВО «Пензенский университет архитектуры и строительства»  
e-mail: history@pguas.ru*

**IDENTITY: THEORETICAL AND METHODOLOGICAL APPROACHES IN  
RUSSIAN HISTORIOGRAPHY**

The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation  
№ 25-28-20273. <https://rscf.ru/en/project/25-28-20273/>

**Koroleva Larisa Aleksandrovna**

*doctor of historical sciences, professor of «History and philosophy»  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»  
e-mail: la-koro@yandex.ru*

**Micky Natalya Valentinovna**

*candidate of historical sciences, associate professor of «History and philosophy»  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»  
e-mail: mikunatalja@rambler.ru*

**Grishin Anton Valerievich**

*candidate of Historical Sciences, Senior Lecturer Departments of "Management"  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»  
e-mail: uhbibifynjy@rambler.ru*

**Vaserov Ilya Denisovich**

**Аннотация:** в статье дается обзор отечественной историографии по различным аспектам феномена идентичности; анализируется теоретико-методологическая база изучения данного вопроса; характеризуются подходы специалистов к изучению социальной, российской, советской идентичности.

**Ключевые слова:** историография, идентичность, социальная идентичность, российская идентичность, советская идентичность.

**Abstract:** the article provides an overview of domestic historiography on various aspects of the identity phenomenon; the theoretical and methodological basis for studying this issue is analyzed; the approaches of specialists to the study of social, Russian, Soviet identity are characterized.

**Key words:** historiography, identity, social identity, Russian identity, Soviet identity.

Понятие «идентичность» обозначает комплекс феноменов индивидуального сознания и характеристик социальных общностей. В многочисленных трактовках данного термина присутствуют общие моменты: во-первых, все они возникают на стыке психологии, антропологии и социологии или появляются в результате отдельных психологических, антропологических и социологических исследований; во-вторых, данная дефиниция, как правило, фиксирует единство внутриличностных и социально-культурных процессов. В социологии и политологии в трактовке идентичности делается упор на отношении индивида и социальной группы, формировании модели поведения личности в процессе социального взаимодействия и самореализации личности [1]. В культурологии под идентичностью подразумевается психологическое представление человека о своем Я, характеризующееся субъективным чувством своей индивидуальной самотождественности и целостности [2].

Л.В. Смирнягин акцентирует внимание на идентичности как социальном чувстве индивида, заставляющем соотносить себя с определенной социальной группой на основании наличия у них общих интересов и признаков [3]. Идентичность моделирует социокультурное пространство как сферу жизненных приоритетов человека; задает своего рода систему координат в определении его главных точек; формирует схему взаимодействия личности с внешним миром, побуждает ее к внутренним изменениям на основе коллективизма, социальной справедливости, солидарности и взаимопомощи.

Социальная идентичность имеет множественность проявлений – семейная, профессиональная, этническая и пр. Согласно П.Л. Крупкину и С.Д. Лебедеву, у каждого индивида в психике имеется «пучок» коллективных идентичностей: семья, друзья, коллеги (трудовой коллектив), соседская община, политическая партия, этнос, нации и т.п., которые во многом определяют «самость», способствуют соотнесению себя с территорией своего проживания и населяющим ее этносом [4]. Л.М. Дробижева указывает, что идентичность, как принято считать в социологии и психологии, включает компоненты: когнитивный (содержательные представления), эмоциональный и регулятивный (готовность действовать во имя сложившихся представлений и переживаний) [5]. Следует различать идентичность, как осознаваемое индивидом отождествление личности с определенным набором категорий и ценностей, и идентификацию, как процесс выявления и определения принадлежности к данным категориям и ценностям.

Стремительные социально-политические изменения мира в современных условиях и стремление научного сообщества осмыслить политические последствия происходящих трансформаций, как считает Н.Т. Русия, обусловили разработку теоретических подходов к исследованию политики идентичности в социальных науках [6]. Концептуализация категории «политика идентичности» началась с И.С. Семененко [7]. Также в этом научном направлении активно проявили себя В.А. Ачкасов, О.В. Попова, Л.А.Фадеева, Е.Ю. Цумарова [8; 9; 10; 11] и др. В фокусе многих специалистов оказались и ключевые компоненты политики идентичности: политика памяти (Д.А. Аникин, Д.Г.Горин, В.В. Титов [12; 13; 14]и др.) и символическая политика (К.Ф. Завершинский, О.Ю. Малинова, С.П. Поцелуев, Д.Г. Смирнов [15; 16; 17; 18]и др.).

По мнению специалистов, традиционная российская идентичность характеризовалась повышенной идеологичностью, приоритетностью государства и вторичностью индивида[19]. Российскую идентичность с точки зрения государственно-гражданского и гражданского принципа рассматривали Е.М. Арутюнова, М.К. Горшков, И.О. Тюрина, Л.М. Дробижева, С.Г. Максимова, Д.А. Омельченко, О.Е. Ноянзинова, В.А. Тишков [20; 21; 22; 23; 24] и др. Как национальная и национально-государственная она представлена в работах Т.В. Евгеньевой, А.Г. Здравомыслова, В.В. Коротеевой, М.О. Мнацаканяна, Г.В. Пушкаревой, А.В. Селезневой, Д.А. Филимонова, О.Ю. Яхшияна [25; 26; 27; 28; 29; 30; 31; 32] и др. С позиции политического подхода российскую идентичность изучали О.В. Попова, И.С. Семененко, И.Н. Тимофеева [33; 34; 35] и др.; О.Ю. Малинова использовала макрополитический подход [36]. В работах Г.Г. Дилигенского в рамках анализа субъективных факторов социально-политических процессов в России, в целом,

рассматриваются теоретические основания российской идентичности, в частности [37; 38]. В.А. Ядов систематизировал представления о содержании, структуре и динамике групп, формирующих новые идентичности [39].

Российское государство – полиэтническое и многоконфессиональное, и исторически государственная идентичность в нем конструировалась как надэтническая. Л.М. Дробижева обращает внимание на то обстоятельство, что события конца 1980-х и начала 1990-х гг. кардинально изменили концептуальные подходы к пониманию этничности; этническое самосознание стало чаще называться идентичностью [40]. Исследование национально-государственной идентичности проводили Т.Н. Самсонова, И.В. Следзевский [41; 42] и др. В 1990-е гг. в отечественной этнологии и социологии приоритет отошел к категории «этническая идентичность». В этот период исследователи активно обратились к изучению проблемы идентичности (М.Н. Губогло, Л.М. Дробижева, А.А. Сусоколов, Б.Е. Винер [43; 44; 45] и др.).

Советская модель идентичности, с одной стороны, ориентировала на достижение глобальных политических задач, как, например, построения коммунизма, с другой – обеспечивала включенность «простого человека» в крупные социально-экономические события, чувство эмоциональной сопричастности к созиданию нового «будущего». В СССР в рамках формирования идентичности внедрялись советские ценности, транслировался идеал коммунистического будущего, проводилась комплексная и системная «политика исторической памяти», создавались свои герои и политические символы.

В СССР функционировала целостная система институтов и механизмов политической социализации и гражданской идентификации. В государстве проводилась политика формирования единой советской идентичности – новой исторической общности «советский народ», которая базировалась на провозглашавшихся КПСС положениях марксизма-ленинизма, развития личности (в первую очередь, трудового), советских моральных и культурных ценностей. Новый советский человек – это преданный идеалам партии, рабочего класса и коллективизма; нацеленный, в первую очередь, на выполнение определенных советско-партийным руководством задач, в чем проявлялась его сопричастность к «великим делам» [46]. Важнейшим компонентом советской идентичности выступал патриотизм, консолидировавший и объединявший интересы разных социальных групп и движений, государственных и общественных сил; забота гражданина о своей стране позиционировалась как забота о себе [47]. Серьезным фактором структурирования эффективной советской идентичности являлась проводившаяся стратегическая и системная «политика памяти», с одной стороны; с

другой – транслируемый единый многогранный «образ будущего» [48; 49]. С точки зрения А.С. Гончарова, К.А. Урмаевой и И.А. Ануприенко, политика конструирования советской идентичности в русле формирования идеологической модели поведения в СССР, базировалась не столько на провозглашавшихся партией постулатах марксизма-ленинизма об интернационализме, «сколько на собственно авторитарной системе управления государством, обществом и всеми сферами общественной жизни – от писанных норм – до общих моральных и культурных ценностей» [50].

Таким образом, под идентичностью исследователи понимают совокупность качественных и количественных характеристик, сопряженных со специфичностью какого-либо данного культурного или географического индивида (личности, группы, территориальной общности, территории) [51; 52].

### ***Библиографический список литературы:***

1. Симонова О. А. К формированию социологии идентичности // Социологический журнал. 2008. № 3. С. 45–61.
2. Николаев В.Г. Идентичность // Культурология. XX век: Энциклопедия в 2-х т. Т. 1 / Гл. ред. и сост. С.Я. Левит. СПб.: Университетская книга; Алетейя, 1998. С. 238–239.
3. Смирнягин Л.В. О региональной идентичности // Вопросы экономической и политической географии зарубежных стран. Вып. 17. М. – Смоленск: Ойкумена, 2007. С. 27.
4. Крупкин П.Л., Лебедев С.Д. К сакральным основаниям локальных идентичностей в современной России: опыт структурного анализа // Социологический журнал. 2013. № 4. С. 35–48.
5. Дробижева Л.М. Консолидирующая идентичность в общероссийском, региональном и этническом измерениях // Перспективы. Электронный журнал. 2018. № 3 (15). С. 7.
6. Русия Н.Т. Политика идентичности на локальном уровне: институты, процессы и технологии: дис ... канд. полит. наук. Краснодар, 2024. С. 9.
7. Семененко И.С. Политика идентичности и идентичность в политике: этнонациональные ракурсы, европейский контекст // Полис. Политические исследования. 2016. № 4. С. 8–28.
8. Ачкасов В.А. Политика идентичности в современном мире // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 6. Философия. Культурология. Политология. Право. Международные отношения. 2013. № 4. С. 71–77.

9. Попова О.В. Государственная политика идентичности как теоретический конструкт и реальная практика: опыт экспертных оценок российских исследователей // Южно-российский журнал социальных наук. 2019. Т. 20. № 4. С. 74–91.
10. Фадеева Л.А. Секьюритизация политики памяти и идентичности в арсенале политиков и аналитиков // Известия Алтайского государственного университета. 2020. № 6 (116). С. 73–76.
11. Цумарова Е.Ю. Политика идентичности: politics или policy? // Вестник Пермского университета. Политология. 2012. № 2 (18). С. 5–16.
12. Аникин Д.А. Стратегии политики памяти на постимперском пространстве // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Философия. Психология. Педагогика. 2012. Т. 12. № 2. С. 34–38.
13. Горин Д.Г. Политика памяти в условиях социально-политической трансформации: особенности России // Среднерусский вестник общественных наук. 2012. № 2 (23). С. 98–104.
14. Титов В.В. Политика памяти и формирование национально-государственной идентичности: российский опыт и новые тенденции. М.: Ваш формат, 2017. 181 с.
15. Завершинский К.Ф. Символическая политика как социальное конструирование темпоральных структур социальной памяти // Символическая политика. Споры о прошлом как проектирование будущего. Сборник научных трудов. Вып. 2. М.: ИНИОН РАН, 2014. С. 80–92.
16. Малинова О.Ю. Коммеморация исторических событий как инструмент символической политики: возможности сравнительного анализа // Полития: Анализ. Хроника. Прогноз (Журнал политической философии и социологии политики). 2017. №4 (87). С. 6–22.
17. Поцелуев С.П. «Символическая политика»: к истории концепта // Символическая политика. Конструирование представлений о прошлом как властный ресурс. Вып. 1. М.: ИНИОН РАН, 2012. С. 17–53.
18. Смирнов Д.Г. Символическая политика: теоретические и методологические аспекты // Вестник Ивановского государственного университета. Серия: Гуманитарные науки. 2016. № 2 (16). С. 5–16.
19. Рубцов А.В. Российская идентичность и вызов модернизации. М.: Экон-Информ, 2009. С. 186.
20. Арутюнова Е.М. Государственно-гражданская и этническая идентичность молодежи: общероссийский контекст и региональная специфика // Россия

реформирующаяся: ежегодник: вып. 15 / Отв. ред. М.К. Горшков. М.: Новый Хронограф, 2017. С. 259–272.

21. Горшков М.К., Тюрина И.О. Синтез этнонационального и гражданского как основа российской идентичности // Вестник РУДН. Серия: Социология. 2018. Вып. 18. № 1. С. 44–57.

22. Дробижева Л.М. Российская идентичность: поиски определения и динамика распространения // Социологические исследования. 2020. № 8. С. 37–50.

23. Максимова С.Г., Омельченко Д.А., Ноянзина О.Е. Восприятие гражданственности и практики гражданского участия в российских регионах // Социальная интеграция и развитие этнокультур в евразийском пространстве. Материалы VII Международной научной конференции. 2019. Т. 2. № 8. С. 69–81.

24. Тишков В.А. Российская идентичность: внутренние и внешние вызовы // Вестник Российской академии наук. 2019. Т. 89. № 4. С. 408–412.

25. Евгеньева Т.В. Историческая память и национально-государственная идентичность в современной России // Ценности и смыслы. 2012. № 5. С. 27–37.

26. Здравомыслов А.Г. Межнациональные конфликты в постсоветском пространстве. М.: Аспект Пресс, 1999. 286 с.

27. Коротеева В.В. Теории национализма в зарубежных социальных науках. М.: РГГУ, 1999. 143 с.

28. Мнацаканян М.О. Интегрализм и национальная общность. М.: Анкил, 2001. 301 с.

29. Пушкарева Г.В. Идеи и ценности как способ конструирования символического пространства национальной идентичности // Полис. Политические исследования. 2017. № 5. С. 156–173.

30. Селезнева А.В. Ценностные основания российской национально-государственной идентичности // Вестник российской нации. 2017. № 4 (56). С. 82–94.

31. Филимонов Д.А. К вопросу о роли русской исторической памяти в формировании российской национальной идентичности // PolitBook. 2019. № 2. С. 123–139.

32. Яхшиян О.Ю., Омельченко Н.А. Русская культурная доминанта и российская национальная идентичность // PolitBook. 2019. № 3. С. 6–31.

33. Попова О.В. Эффективность политики идентичности современного полиэтнического государства // Политическое пространство и социальное время. Симферополь: ИТ «АРИАЛЯ», 2016. С. 157–160.

34. Семененко И.С. Дилеммы национальной идентичности: политические риски и социальные приобретения // Полис. Политические исследования. 2009. № 6. С. 8–23.
35. Тимофеев И.Н. Российская политическая идентичность сквозь призму интерпретации истории // Вестник МГИМО Университета. 2010. № 3 (12). С. 51–59.
36. Малинова О.Ю. Символическая политика и конструирование политической макроидентичности в постсоветской России: от 1990-х к 2000-м // Полис. Политические исследования. 2010. № 2. С. 90–105.
37. Дилигенский Г.Г. В поисках смысла и цели. М.: Политиздат, 1986. 255 с.
38. Дилигенский Г.Г. Политическая институционализация в России: социально-культурные и психологические аспекты // Мировая экономика и международные отношения. 1997. № 8. С. 5–16.
39. Ядов В.А. Социальные и социально-психологические механизмы формирования социальной идентичности личности // Мир России. Социология. Этнология. 1995. № 3–4. С. 158–181.
40. Дробижева Л.М. Этничность в социальнополитическом пространстве Российской Федерации. Опыт 20 лет. М.: Новый хронограф, 2013. 336 с.
41. Самсонова Т.Н. Формирование национально-государственной идентичности в СССР: достижения, проблемы, уроки // Эпоха социалистической реконструкции: идеи, мифы и программы социальных преобразований: сборник научных трудов / Гл. редактор Л.Н. Мазур. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. С. 587–594.
42. Следзевский И.В. Образ России как смысловой конструкт. (Семантическая составляющая «главного русского спора») // Общественные науки и современность. 2007. № 7. С. 103–113.
43. Губогло М.Н. Идентификация идентичности: Этносоциологические очерки. М.: Наука, 2003. 764 с.
44. Арутюнян Ю.В., Дробижева Л.М., Сусоколов А.А. Этносоциология. М.: Аспект-пресс, 1999. 270 с.
45. Винер Б.Е. Этническая идентичность у крупнейших меньшинств современного Санкт-Петербурга // Мир России. 1999. № 1–2. С. 227–280.
46. Советский народ – новая историческая общность людей: становление и развитие. Сборник научных трудов. М.: АН СССР, 1975. С. 3–7.
47. Самсонова Т.Н. Становление гражданина-патриота // Вопросы социальной теории: науч. альманах. Т. VII. Вып. 1–2. 2013–2014. Человек как субъект конструирования / Под ред. Ю.М. Резника и М.В. Тлостановой. 2015. Т. VII. № 1. С. 231–239.

48. Титов В.В. Конструирование национально-государственной идентичности в XX веке: анализ советского опыта // Информационные войны. 2016. № 2. С. 7–12.
49. Широкова М.А., Леханов А.И. Региональная идентичность и национальная политика как факторы формирования российского национального самосознания в постсоветский период: позиции исследователей // Дневник Алтайской школы политических исследований. № 38. Современная Россия и мир: альтернативы развития (Историко-культурный, имиджевый и туристический потенциал региона): сборник научных статей / Под ред. Ю.Г. Чернышова. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2022. С. 31–38.
50. Гончаров А.С., Ушмаева К.А., Ануприенко И.А. Эволюция политики формирования советской идентичности и современная модель российской идентичности // Молодой ученый. 2020. № 43 (333). С. 324.
51. Крылов М.П. Современная российская региональная идентичность. Общество и пространство. Теоретико-методологические и дискуссионные вопросы // Известия Российского географического общества. 2006. Т. 138. Вып. 6. С. 19–28.
52. Цветкова О.В. Этническая идентичность в социально-политическом пространстве государства // Межкультурный диалог и вызовы современности: другость и инаковость в своем и родном. Сборник научных статей по материалам Международной научной конференции / Под общ. ред. В.П. Степанова, С.М. Губаненковой. Орел: Модуль-К, 2019. С. 207–210.

**УДК 811.11-112**

**АНАЛИЗ ЯЗЫКА НАУЧНОГО СТИЛЯ  
В КОНТЕКСТЕ ПРАГМАТИЧЕСКОЙ ЛИНГВИСТИКИ**

***Каргина Елена Михайловна***

*кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры «Иностранные языки»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: kargina-elena@mail.ru*

***Лёвушкин Антон Геннадьевич***

*студент группы 25СТ13*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: antoscha128@gmail.com*

**ANALYSIS OF THE LANGUAGE OF SCIENTIFIC STYLE  
IN THE CONTEXT OF PRAGMATIC LINGUISTICS**

***Kargina Elena Mikhailovna***

*candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department  
«Foreign Languages»,*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: kargina-elena@mail.ru*

***Levushkin Anton Gennadievich***

*student of group 25ST13*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: antoscha128@gmail.com*

***Аннотация:*** в статье представлен анализ языка научного стиля в контексте прагматической лингвистики. Подробно рассматривается предмет современной «лингвистики речи» или «научной текстологии», сочетающий цели научного исследования с решением конкретных практических задач. Подчеркивается актуальность проблемы «минимизации» текстов, их дифференциации с точки зрения прагмалингвистики. Отмечается, что анализ научного стиля того или иного языка в плане морфологии, лексики, синтаксиса должен приводить к синтезированию прагматически обоснованных и методически аргументированных произведений речи, что объективно положительно отразится на качестве преподавания иностранных языков.

***Ключевые слова:*** прагматическая лингвистика, научный стиль, научная текстология, иностранный язык, аутентичный текст, оптимизация учебного материала, направление подготовки.

**Abstract:** *the article presents an analysis of scientific style language in the context of pragmatic linguistics. The subject of modern «linguistics of speech» or «scientific textology» is considered in detail, combining the goals of scientific research with the solution of specific practical tasks. The relevance of the problem of «minimizing» texts, their differentiation from the point of view of pragmalinguistics is emphasized. It is noted that the analysis of the scientific style of a particular language in terms of morphology, vocabulary, syntax should lead to the synthesis of pragmatically grounded and methodically reasoned works of speech, which will objectively positively affect the quality of teaching foreign languages.*

**Key words:** *pragmatic linguistics, scientific style, scientific textology, foreign language, authentic text, optimization of educational material, direction of training.*

Современный этап международного развития (даже с учетом всех обстоятельств и трудностей объективного характера) характеризуется сохранением стремления к научному общению. Значительное число отечественных ученых всех специальностей оказывается перед необходимостью использовать иностранный язык в общении со своими коллегами за рубежом и в нашей стране. Данный факт актуализирует задачу внедрения результатов научных исследований в практику преподавания языка с целью формирования способности четко и достаточно аргументировано выражать мысль [1].

Предмет современной «лингвистики речи» или «научной текстологии» сочетает цели научного исследования с решением конкретных практических задач: научный текст изучается именно с точки зрения оптимизации преподавания иностранного языка. Важной остается проблема «минимизации» текстов, их дифференциации с точки зрения прагмалингвистики [2].

В этой связи необходимо учитывать тот факт, что человеческая речь (устная и письменная) обычно реализуется в одном из трех основных функциональных стилей [3]:

- в функциональном стиле сообщения;
- в функциональном стиле воздействия;
- в прагматическом стиле учебного пособия, специально созданного для эффективного изучения языка.

Очевидно, что вышесказанное относится и к родному языку, так как при общей демократизации образования проблемы нормированного литературного языка, создания прагматически безупречных пособий встают особенно остро. Даже на занятиях по родному языку разнородный, внутренне не упорядоченный материал не может помочь

обучающимся повысить культуру своей речи в оптимальные сроки: они теряются перед бесконечным многообразием материалов, с которыми вынуждены иметь дело.

В процессе обучения иностранному языку часто единственно важным и правильным считается использование оригинальных текстов, представляющих собой совершенный образец английской, французской или немецкой художественной литературы, или с текстов, созданных носителем языка, – информантом, способным спонтанно «генерировать» тексты. Полученные таким образом материалы неоправданно считаются образцом для подражания, независимо от грамотности «генератора» и его языковой культуры, без учета его причастности к языковедческой проблематике.

Сказанное не следует понимать в том смысле, что вообще отрицается значение аутентичных текстов. Необходимо отказаться от тенденции использования «подлинных» (идеальных) текстов без тщательного отбора, основываясь лишь на аутентичности авторского материала.

Следуя принципам научной текстологии, необходимо начинать работу с минимизации и оптимизации учебного материала. Только последовательное усвоение тщательно подобранного и обработанного материала может привести к овладению оптимальной, прагматически обоснованной разновидностью данного иностранного языка.

Работа в области моделирования естественных человеческих языков в целях более эффективного их изучения и преподавания, предполагает синтезирование на основе анализа аутентичного материала оптимальных образцов текстов. Данное направление, которое охватывается термином *applied linguistics* – «прикладная лингвистика» – в актуальном его понимании как соединение теоретических результатов языковедческих исследований с практикой преподавания языка, является в настоящее время оправданно эффективным. Так, в рамках теории «Nuclear English» лингвистами разработаны приемы упрощения языка (*simplification*) и приемы анализа речевого контекста (*discourse analysis*).

В русле данного направления развивалась теория использования языка в разных сферах человеческой деятельности (*Language for Special Purposes*) [4], которая на сегодняшний день является уже значительно разработанной для обучения иностранному языку по различным направлениям подготовки.

Переходя к принципам и методам моделирования «языка для специальных целей», необходимо коротко остановиться на общей проблеме моделирования регистров. На протяжении многих лет с момента возникновения самой идеи «Basic English» [5] языковеды пытались создать логические языки, с помощью которых научное общение могло бы быть осуществлено на международной основе. Вместе с тем их усилия, направленные на то, чтобы строго ограничить рациональное интеллектуальное общение в

плане используемых языковых средств, часто оказывались бесплодными. Это объясняется тем, что моделированный регистр не является просто улучшенным (оптимизированным) вариантом естественного языка, используемого в различных ситуациях речевого общения. Моделирование регистров представляет собой по существу попытку создать некоторую семиотическую систему, призванную служить выполнению определенного рода задач.

Теоретической основой работы в этой области является разграничение методики исследования языкознания как части филологии и интерлингвистики как части семиотики[6]. Естественный человеческий язык во всех его многообразных проявлениях является неотъемлемым предметом языкознания. В соответствии с этим он всесторонне изучается филологами-языковедами, в задачу которых входит умение филологически интерпретировать любой по уровню сложности текст.

В то же время в условиях развития международного научного и культурного общения выявляется необходимость поиска новых путей и методов, направленных на оптимизацию естественных человеческих языков путем приложения к ним категорий семиотики. Из этого следует, что вся «активная» работа с языком с целью сделать его более упорядоченным, более удобным и общедоступным является частью интерлингвистики. При этом в задачу исследователя входит не просто описание языковых фактов в том виде, в котором они представлены в различных филологических материалах. Моделирование «языка для специальных целей» основано на творческой деятельности лингвиста, направленной на создание научно-контролируемого «инструмента» интеллектуального общения.

Роль семиотики в исследовании естественных человеческих языков по-прежнему во многом остается неоднозначной. Общеизвестно, что семиотическая функция языковых единиц заключается в передаче однозначно понимаемой информации, однако в реальной речевой действительности мы постоянно сталкиваемся с нарушением закона знака – взаимно-однозначного соответствия между выражением и содержанием, который в идеале должен лежать в основе каждой языковой структуры. В процесс функционирования естественного человеческого языка оказывается вовлеченным целый ряд экстралингвистических факторов – общественная психология, особенности социальной жизни данного языкового коллектива и т.д. Язык во многом является для человека средством самовыражения, поэтому основную трудность при моделировании «языка для специальных целей» (LSP) представляет проблема естественного использования оптимизированного регистра в определенных ситуациях интеллектуального общения. В данной ситуации было бы явно не достаточно ограничиться рекомендациями, касающимися употребления отдельных грамматических форм, синтаксических

конструкций, определенного набора лексики. Единственно правильный подход предполагает рассмотрение моделированного регистра «в целом» как живого языка – *une langue vecu*.

Особенно важно не допустить, чтобы попытки ограничить употребление тех или иных форм естественного языка шли в ущерб его идиоматике. Иначе говоря, в результате деятельности «семиотики» язык может настолько измениться, что его национальная специфика, его самобытность будут полностью утрачены. В подобном случае он ничем не будет отличаться от уже существующих многочисленных искусственных языков и вряд ли сможет естественно использоваться как язык научного общения.

В качестве примера попытки упрощения языка можно привести предложение упразднить так называемые «tag questions» в английском языке и во всех вопросах вместо согласованной грамматической формы использовать инвариантную конструкцию «is that right?»[7]. В реальной речевой действительности это выглядит следующим образом:

I'm late, (aren't I) is that right?

She used to work here, (didn't she) is that right?

They oughtn't to go, (ought they) is that right?

Очевидно, что такая мера является вряд ли возможной, так как здесь затронуты существенные неотъемлемые свойства английского языка. «Tag questions», выполняющие в основном фактическую функцию в высказываниях, гораздо чаще используются для выражения различных эмоционально-экспрессивно-оценочных оттенков значения, чем для передачи собственно информативного содержания. Однако это не значит, конечно, что язык научного изложения может вообще обойтись без «ограничений», поскольку по своей природе моделированный регистр гораздо беднее в своих средствах, чем естественный язык, так как он лишен индивидуального своеобразия последнего. В данном контексте был сделан целый ряд важных наблюдений. Так, было установлено, что некоторые функциональные потенции английских причастий практически не реализуются в регистре интеллектуальной прозы. Это относится, в частности, к так называемой абсолютной причастной конструкции, когда причастие имеет свой собственный субъект действия. Весьма редкими оказываются случаи употребления причастия I в функции дополнения, а предпочтение отдается абстрактным существительным.

В целях создания научной методики моделирования регистров необходимо продолжение исследований оптимального (для регистра научного изложения) выбора грамматических форм, синтаксических конструкций, а также лексических средств [8] на основе последовательного перехода от анализа к синтезу. Иначе говоря, результаты анализа специально выбранного «оригинального» текста на разных уровнях

лингвистического исследования должны быть обобщены также на уровне текста, представляющего собой уже образец оптимизированного регистра.

Взаимодействие анализа и синтеза должно рассматриваться как непрерывный процесс, включающий следующие стадии:

- 1) выбор «исходного» оригинального текста (филологического, химического, математического и т. д.);
- 2) анализ оригинального текста на разных уровнях лингвистического исследования (грамматика, лексика, синтаксис, лингвостилистика);
- 3) синтез результатов проведенного анализа;
- 4) анализ вновь созданного текста;
- 5) синтез улучшенного (оптимизированного) образца моделированного регистра;
- 6) анализ текста-образца с последующим синтезом еще более совершенной модели и т. д.

Данная методика моделирования «языка для специальных целей» нуждается в специальной адаптации в контексте обучения студентов технических специальностей, поскольку язык последних опирается на формулы, слайды и другие семиотические обозначения, в то время как словарь студентов гуманитарных направлений подготовки в большинстве случаев имеет в своем распоряжении только те средства, которые предоставляются естественным человеческим языком. Поэтому было бы целесообразно при моделировании иностранного языка для инженеров и специалистов технической сферы в качестве начального этапа производить анализ не оригинальных материалов, а текстов, созданных учеными этих специальностей в нашей стране. В большинстве случаев аутентичные тексты сохраняют особенности индивидуального стиля автора, что затрудняет их использование в целях моделирования сугубо информативного регистра научного изложения.

Таким образом, анализируя языка научного стиля в контексте прагматической лингвистики, можно сделать следующие выводы:

1. Важной задачей в плане научной текстологии по-прежнему остается оптимизация естественных коммуникативных систем, а также тщательное изучение тех разновидностей данных систем, которые реально используются в межнациональном и международном общении.

2. Анализ научного стиля того или иного языка в плане морфологии, лексики, синтаксиса должен приводить к созданию (синтезированию) прагматически обоснованных и методически аргументированных произведений речи, что объективно положительно отразится на качестве преподавания иностранных языков.

3. В процессе исследования также выявляются возможности распространения уже сформированных принципов и уже полученных результатов на все новые «подрегистры» данной обширной и разнообразной разновидности человеческой речи.

***Библиографический список литературы:***

1. Ахманова, О.С. О задачах научной текстологии / О.С. Ахманова, Н.Б. Гвишиани // Вопросы лингвистики и методики преподавания иностранных языков. Издательство Московского университета, 1981. Вып. 5. 135 с. С.3-8.
2. Ахманова, О.С. Прагматическая лингвистика, прагмалингвистика и лингвистическая прагматика / О.С. Ахманова, И.М. Магидова // Вопросы языкознания. 1978. № 3.
3. Каргина, Е.М. Функциональный принцип в методике обучения иностранным языкам / Е.М. Каргина // Вестник ПГУАС: строительство, наука и образование. 2016. №1 (2). С. 84-89.
4. Гвишиани, Н.Б. О целенаправленном преподавании иностранных языков / Н.Б. Гвишиани, И.М. Магидова // Философские науки. 1980. № 1.
5. Ogden, C.K. The Meaning of Meaning / C.K. Ogden, I.A. Richards. London, 1949.
6. Akhmanova, O.S. Linguistics and Semiotics / O.S. Akhmanova, R.F. Idzelis. M., 1979.
7. Quirk, R. On the Grammar of «Nuclear English» / R. Quirk. In: English for Cross-Cultural Communication, ed. by L. Smith. London, 1979.
8. Akhmanova, O.S. What is the English we use? / O.S. Akhmanova, R.F. Idzelis. M., 1978. Part 4.

**УДК 728.03**

**РАННИЕ ПРОЕКТЫ АВТОРОВ-АРХИТЕКТОРОВ АВАНГАРДНОГО  
ЖИЛОГО КОМПЛЕКСА ГОРОДОК ЧЕКИСТОВ В ЕКАТЕРИНБУРГЕ**

**Еремеев Владимир Евгеньевич**  
*аспирант кафедры «Реставрация и реконструкция в архитектуре»  
Московский архитектурный институт (государственная академия)  
e-mail: ver\_v\_sebya@mail.ru*

**EARLY PROJECTS OF THE AUTHORS-ARCHITECTS OF THE RESIDENTIAL  
AVANT-GARDE COMPLEX "TOWN OF CHEKISTS" IN YEKATERINBURG**

**Eremeev Vladimir Evgenievich**  
*Postgraduate student of the Department "Restoration and Reconstruction in Architecture"  
Moscow Architectural Institute (State Academy)  
e-mail: ver\_v\_sebya@mail.ru*

**Аннотация:** в статье, на основе библиографических, архивных данных, архитектурно-градостроительных материалов рассматривается раннее творчество авторов жилого комплекса Городок чекистов И. П. Антонова и В. Д. Соколова: от начала учебы до профессиональной деятельности в Стройбюро ПП ОГПУ по Уралу. Рассматриваются ранние проекты авторов, повлиявшие на формирование объемно-пространственной композиции и объемно-планировочного решения комплекса зданий Городок чекистов.

**Ключевые слова:** Городок чекистов, конструктивизм, И. П. Антонов, В. Д. Соколов, жилой комбинат.

**Abstract:** in the article, on the basis of bibliographic, archival data, architectural, urban planning and natural materials, the early work of the authors of the residential complex Chekist Town I.P. Antonov and V.D. Sokolov: from the beginning of his studies to professional activities at the OGPU PP Stroyburo in the Urals. Considered early drafts of the authors that influenced the formation of the volumetric-spatial composition and the volumetric-planning solution of the building complex Chekist Town.

**Key words:** chekist town, constructivism, I. P. Antonov, V. D. Sokolov, residential complex.

Здания и сооружения эпохи советского авангарда, построенные в Москве и Санкт-Петербурге в полной мере изучены, но постройки региональных архитектурных школ

остаются в тени, в том числе и Уральской архитектурной школы. Настоящим заповедником конструктивизма является Екатеринбург (Свердловск), где в 1920-30-е гг. развернулось крупномасштабное строительство, реализующее планы советского правительства по преобразованию Свердловска в столицу Уральской области. Первые крупные жилые комплексы и общественные здания 1920-30-х гг. были спроектированы и построены в стилистике конструктивизма, что сформировало социалистический облик Свердловска, укрупнило градостроительный масштаб, предопределило композиционное развитие генерального плана города на далекую перспективу.

Ряд объектов этого периода вошел в золотой фонд образцов советской архитектуры, получив мировую известность. Среди них достойное место занимает комплекс зданий Городок чекистов, построенный в 1930-ые годы XX века по проекту Ивана Павловича Антонова (1887-1967 г.) и Вениамина Дмитриевича Соколова (1889-1955 г.), заложивших в основу его концепции новые представления об изолированном социально-бытовом укладе специфического профессионального социума, занимающего важную роль в политической системе страны и региона. Городок чекистов неоднократно становился предметом исследований теоретиков и историков архитектуры. Однако, для более глубокого изучения комплекса Городка чекистов представляется важным изучение предыдущего проектного опыта авторов И. П. Антонова и В. Д. Соколова, с целью установления преемственности проектных решений в проектировании данного жилого комплекса. К 1929 г. в Свердловске, в связи с ускорением экономических преобразований страны, были сосредоточены административно-экономические управленческие структуры и организации по проектированию промышленных предприятий. Контроль за ними должен осуществлять Народный комиссариат внутренних дел (НКВД), для командного состава которого было решено построить комфортабельную резиденцию. Его проектированием и строительством занималось Стройбюро ПП ОГПУ. И несмотря на то, что строительство велось в центре города, назначение объекта не предавалось большой огласке [1, С.166]. Руководителем проектной группы Стройбюро в 1928 году был И. П. Антонов, в соавторстве с В. Д. Соколовым, выпускники Санкт-Петербургской академии художеств; также в творческий коллектив вошли техники-архитекторы Арсений Михайлович Тумбасов, окончивший Екатеринбургское художественно-промышленное училище, Александр Николаевич Стельмашук, выпускник Кубанского индустриального техникума.

### ***Творчество И. П. Антонова***

С 1896 по 1906 гг. И. П. Антонов обучался в Выборгском реальном училище. Занятия в Академии художеств в 1908-17-х гг. Антонов совмещал с работой у известных

архитекторов Петербурга. В 1912 г. детально вникает в стилистические особенности неоклассицизма и модерна, участвуя в проектировании здания геологического комитета под руководством А. А. Полещука. В том же 1912 г. И. П. Антонов, в должности чертежника, принимал участие в разработке проекта реконструкции острова Голодай в мастерской И. А. Фомина. Иван Александрович Фомин – преподаватель Академии художеств, известный Петроградский архитектор, разрабатывавший проекты в Москве, Петрограде, Киеве и Свердловске. Развитие территории острова предполагало размещение застройки, ориентированной по уровню комфорта для сословий среднего класса. Фомин на данном острове запроектировал комплексную застройку, в соответствии с классицистическими принципами. «Дом, занявший участок на углу площади и центрального проспекта «Нового Петербурга», оказался единственным осуществленным фрагментом задуманного ансамбля» [2, стр. 86]. В послереволюционные годы И. П. Антонов участвует при разработке различных проектах: «работает в Петербургском совнархозе, в комиссии по приватизации домов отдыха, проектирует хлебозавод в Петрограде и занимается конкурсными проектами Дворца труда для Петербурга» [3, С. 54]. В 1926 г. до отъезда в Свердловск И. П. Антонов принимает участие в проектировании жилмассивов «Нижняя Пресня» и «Дубровка» в Москве. Жилмассив «Нижняя Пресня» был предназначен для проживания рабочих Трехгорной мануфактуры. Совместно с архитектором Л.В. Жигардовичем, И. П. Антонов работает над корпусом №13 - общежитием коридорного типа [4, С. 82]. В данном проекте И. П. Антонов занимался разработкой фасадов дома. Композиционное решение фасада было оформлено горизонтальными и вертикальными тягами, выкрашенными в контрастные цвета, группы окон объединены в единую композицию (Рис. 1). Подобные приемы работы со цветом И. П. Антонов применял в колористике фасадов Второго дома Советов и Городка чекистов.

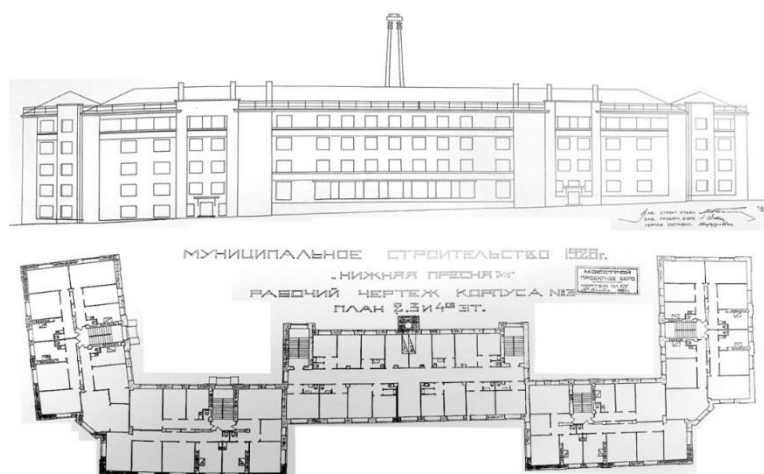


Рис. 1. Корпус №13 комплекса «Нижняя Пресня» г. Москва, ул. Мантулинская, 10.  
Чертеж плана, фасада. Арх. Л.В. Жигардович, И.П. Антонов. [4, С. 95]

Жилмассив «Дубровка» получил свое название от деревни, располагавшейся на этом месте и вошедшей в состав Москвы в 1911 г. Дома, в проектировании которых участвовал И. П. Антонов, входили в первую очередь строительства: застройка велась 4-этажными корпусами, которые образовывали замкнутые протяженные дворы. В южном дворе по центру стоял П-образный корпус 5В по проекту И. П. Антонова и А. Панина [4, С. 340]. В Городке чекистов, во втором варианте комплекса имеется подобный корпус №13 с П-образной формой плана и подобным расположением в застройке – в центре квартала. Планировка обоих корпусов схожа (Рис. 2а, б).

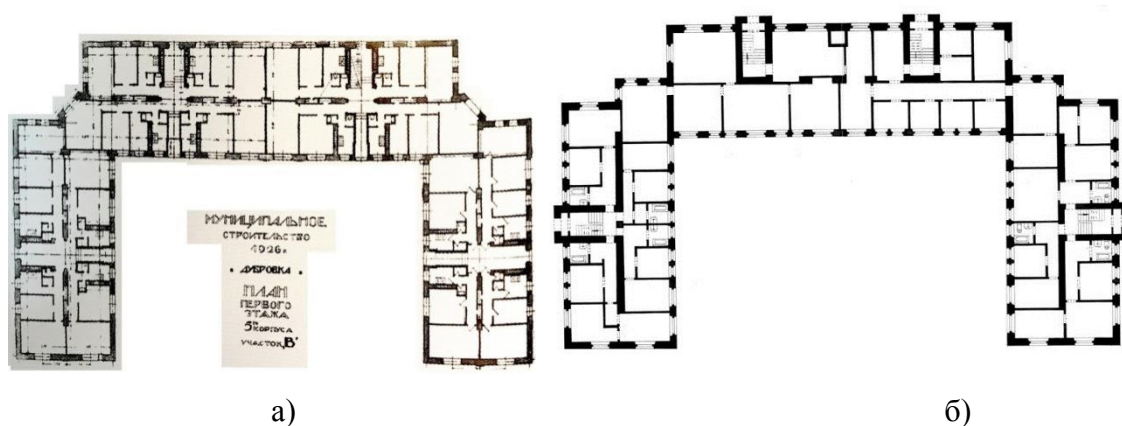


Рис. 2: а) Корпус №5 комплекса «Дубровка» г. Москва, ул. 1-ая Дубровская, 1, к. 5. Чертеж плана. Арх. И.П. Антонов, А. Панин. [4, С. 340]; б) Корпус №13 комплекса Городка чекистов г. Свердловск. План 1-го этажа. Арх. И.П. Антонов, В.Д. Соколов [5].

Строительство 2-й очереди жилмассива «Дубровка» велось в 1927-28 гг. и предполагало более сложную организацию квартала. В ходе строительства произошли изменения в развитии территории, которые повлияли на конфигурацию зданий. Таким образом, корпус по ул. Первой Дубровской, 2а получил пилообразное расположение секций, с четкой меридиональной ориентацией, что обеспечивало лучшую инсоляцию (Рис.3). Данный прием постановки зданий широко применялся в жилых комплексах авангарда. Впоследствии И. П. Антонов применяет данный прием при проектировании Городка чекистов.

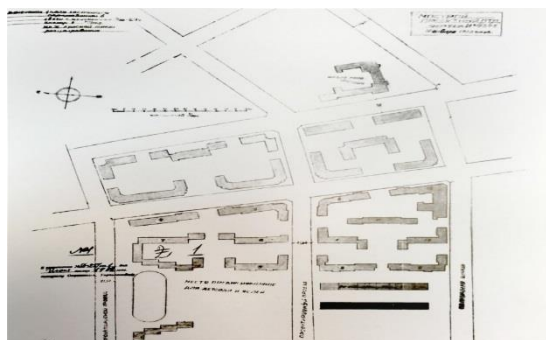


Рис. 3. Генеральный план застройки участка муниципального строительства «Дубровка», г. Москва. 1930 г. [4, С. 339]

В конце 1926 г. И. П. Антонов приезжает на Урал по рекомендации И. А. Фомина, который знал, что в Свердловске велось крупномасштабное строительство «и сказал Антонову: если хочешь много работать, тебе надо не в Ленинград, а в Свердловск» [6]. По приезду в Свердловск, в 1927-1928-х гг. И. П. Антонов работает в должности руководителя проектной группы по заводским зданиям в «Уралпроектбюро». В 1927 г. Уралпроектбюро становится филиалом Ленинградского института по проектированию и строительству металлургических заводов «Гипрометз» и принимает название «Уралгипрометз». «В именном списке сотрудников, состоящих на службе Уралгипрометзе в 1927 г., И. П. Антонов числился как русско-финский поданный, который ежегодно должен был продлевать срок своей работы в Свердловске» [7, С. 35].

### ***Творчество В. Д. Соколова***

Вениамин Дмитриевич Соколов обучался на архитектурном отделении Академии художеств у профессоров - мастеров архитектуры: В. В. Суслова, О.Р. Мунца, А. Н. Померанцева. В 1910 г. В. Д. Соколов начинает совмещать учебу с практической деятельностью - работает у известного Петербургского архитектора, мастера модерна Ф. И. Лидваля, участвует при проектировании доходного дома графа Толстого на Фонтанке. В мастерской Лидваля Соколов изучает принципы стиля модерн, знакомится с особенностями проектных решений квартир для разных сословий, а также участвует в разработке технических чертежей. Декоративный прием, использованный в доме на Фонтанке, отделка фасада первого этажа грубым камнем, а последующих - гладкой штукатуркой применялся В. Д. Соколовым в постройках позднее. В. Д. Соколов перенял у Ф. И. Лидваля опыт проектирования жилых комплексов с открытыми в сторону улицы дворами через высокие арки, внутри которых создавалось сложное перетекающее пространство. Позднее, такие приемы нашли отражение в проектировании Второго Дома

Советов и Городка чекистов. Ф. И. Лидваль стал первым учителем-практиком для В.Д. Соколова в его последующей профессиональной деятельности.

В 1911-12 гг. В. Д. Соколов работает помощником у Петербургского архитектора Э. Ф. Вирриха, участвует при проектировании и строительстве комплекса домов «Бассейного товарищества». Э. Ф. Виррих один из первых начал применять конструкции из монолитного железобетона в своих проектах, ввиду этого В. Д. Соколов получил хорошую практику по возведению домов из данного материала. При проектировании жилых домов «Бассейного товарищества» Э. Ф. Виррих большое внимание уделял элементам пластики фасадов – эркерам. Автор прежде всего руководствовался требованиями естественного освещения и инсоляции жилых помещений, особенно в дворах колодцах. По итогу двухлетней практики у Э. Ф. Вирриха Соколов получил опыт проектирования рациональных планировок квартир, которые увязывались со структурой сблокированного секционного дома, где каждая секция представляла самостоятельную единицу (Рис. 4).

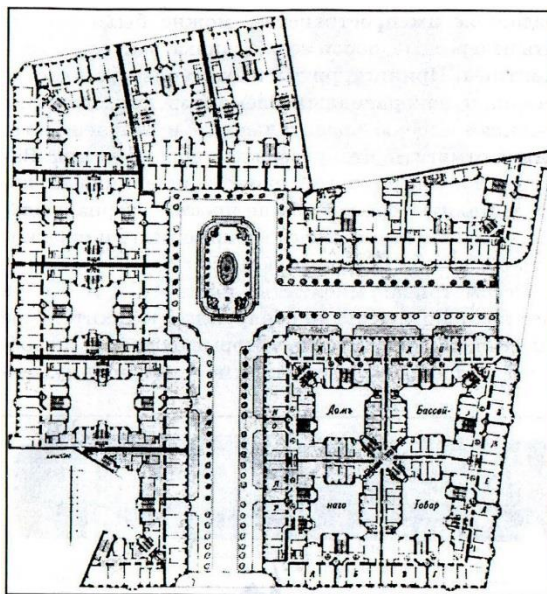


Рис. 4. План квартала и планировочной структуры доходных жилых домов "Бассейного товарищества" в г. Санкт-Петербурге по улицам Неклесова 98-60, Греческому проспекту 10-12, Фонтанке 3, пер.Виленскому. Архитектор Э. Ф. Виррих. 1911-1912 гг. При участии В. Д. Соколова [8 С. 224].

В 1914 г. В. Д. Соколов получает свидетельство на самостоятельное производство строительных работ. В 1921 г. В. Д. Соколов работает в Киеве, где для предприятия «Сахоротрест» проектирует клуб рабочих сахарных заводов в г. Тростянец Сумской области – первый свой самостоятельный проект. В 1924 г. Соколов переезжает в Ленинград, поступает на работу в «Ленинградтекстиль». Одна из значимых работ

выполненная В. Д. Соколовым в «Ленинградтекстиле» - корректировка проекта фабрики «Красное знамя» архитектора Эриха Мендельсона. В 1925 г. предварительный проект фабрики был утвержден, дальнейшая разработка рабочего проекта и привязка чертежей к местным условиям была делегирована советским архитекторам И. А. Претро, С. О. Овсянникову, под руководством которых работал В. Д. Соколов. В итоге, комплекс достраивался по измененному проекту, за исключением силовой станции фабрики, которая была реализована по первоначальному замыслу Э. Мендельсона. В проекте фабрики «Красное знамя» Э. Мендельсон использовал композиционный прием постановки полукруглого объема на пересечении путей – здание силовой станции фабрики на перекрестке улиц (Рис. 5). Этот прием был использован Соколовым при проектировании Городка чекистов, здания геодезического управления и водной станции «Динамо» в Свердловске.

В 1926 году по приглашению руководства Уралпроектбюро приезжает из Ленинграда в Свердловск группа архитекторов, в составе которой был В. Д. Соколов. По приезду, одновременно с работой в Уралгипромеze, В. Д. Соколов работает в «Стройбюро ОГПУ по Уралу» с 1928 г. по 1934 г. в составе творческого коллектива с И. П. Антоновым.

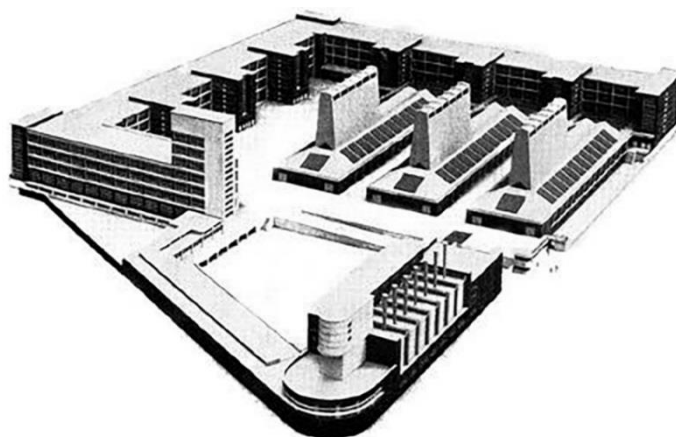
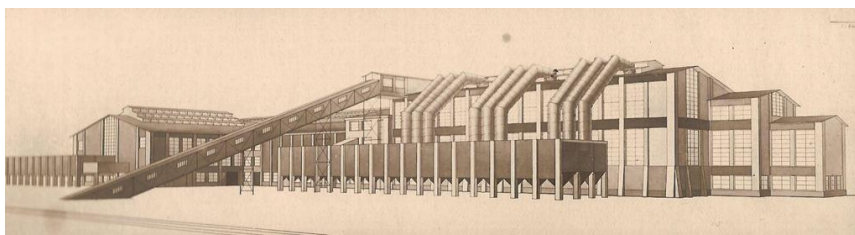


Рис. 5. Аксонометрия фабрики «Красное знамя» г. Ленинград. 1925-1926 год. Арх. Э. Мендельсон [9, С. 226]

### ***Совместное творчество***

Будучи в одном проектно-институте Уралгипромеze, И. П. Антонов и В. Д. Соколов занимаются разработкой промышленных и заводских зданий для нужд Уральской области. В 1927 – 1928 гг. И. П. Антонов руководил проектами цехов и заводских зданий Магнитогорского металлургического комбината и сам выполнял эскизные проекты цехов, административных зданий и проходных, а также руководил строительством и реконструкцией металлургических заводов на территории Большого Урала (Рис. 6).



а)



б)

Рис. 6. Проекты заводских зданий, выполненные И.П. Антоновым: а) Проект завода. Магнитогорск. 1927 [10]; б) Проект фармзавода. Свердловск. 1930 [8, С. 238].

В Уралгипромез В. Д. Соколов поступил на должность старшего архитектора промышленных зданий. Благодаря накопленному ранее опыту в проектировании В. Д. Соколов выделялся из числа других архитекторов. «С 1926 по 1930 годы в этом проектно-институте им запроектировано около 40 различных цехов и производственных зданий на металлургических заводах Магнитогорска, Златоуста, Лысьвы, Верхнего Уфалея, Алапаевска, Кушвы и фармацевтический завод в Свердловске...» [7, С. 51]. Проектирование промышленных сооружений стало для В. Д. Соколова хорошей отработкой новых принципов и композиционных приемов, которые в последствии были использованы при проектировании жилых и общественных зданий Большого Свердловска (Рис. 7). Для жилого строительства 1920-30-х гг. характерна преемственность методов художественной выразительности от промышленной архитектуры. В этот период происходила смена дореволюционных композиционных приемов на новые, полигоном поиска которых становится промышленная архитектура. Метод проектирования заводских зданий, основанный на технологическом процессе, суперграфика фасадов протяженных цехов, сделали промышленные здания выразительными при их экономической эффективности, что в свою очередь дало сильный импульс для внедрения этих принципов в архитектуру гражданских зданий.

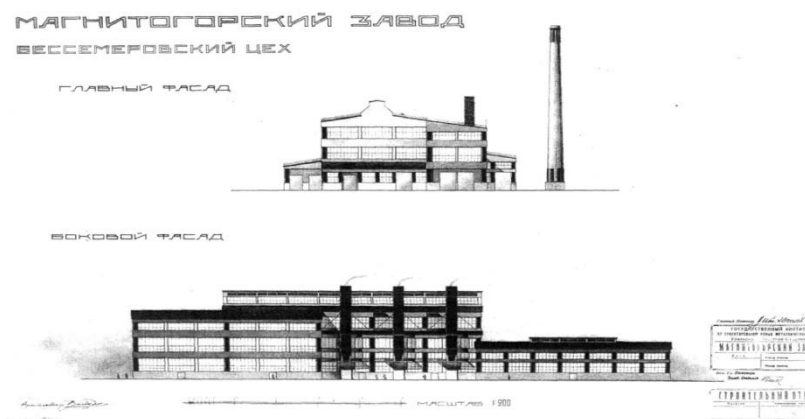


Рис. 7. Проект бессемеровского цеха, выполненный В. Д. Соколовым.

Магнитогорский завод [8, С. 233].

В 1927 г. И. П. Антонов в соавторстве с В. Д. Соколовым проектируют дворец труда в Надеждинске (Серове) Уральской области, для работников металлургического завода. Дворец имел Т-образную форму плана и представлял собой симметричную композицию состоящей из 3-х корпусов (Рис. 8). В главном корпусе, на втором этаже размещался зрительный зал на 870 мест. В дальнейшем, при проектировании Дома культуры им. Ф. Э. Дзержинского Городка чекистов был запроектирован зрительный зал с подобным расположением - на втором этаже. «Как пример рационального решения дворца с расположением зрительного зала на втором этаже, ясным планом и четким разграничением функций Дворец Труда в Надеждинске (позднее – Дворец культуры металлургов в городе Серове) был включен в книгу «Архитектура рабочих клубов и дворцов» [11, С. 261]. Фасады дворца запроектированы в простых формах раннего конструктивизма. Сочетание монументальных форм центральной части дворца с мелкими по масштабу архитектурными элементами фасадов боковых крыльев придает дворцу особую выразительность.

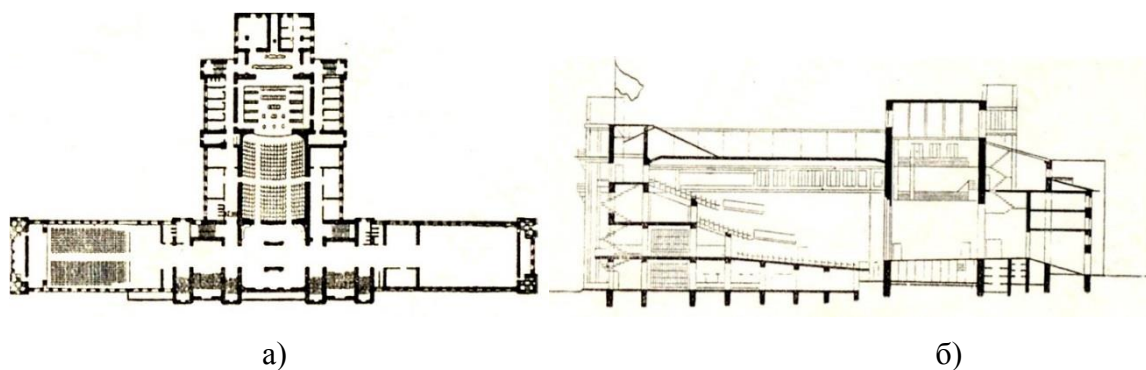


Рис. 8. Дворец труда в городе Надеждинске (Серове). а) План 2-го этажа, б) разрез.

1928 г. Арх. И. П. Антонов, В. Д. Соколов. [11, С. 262]

В этот же период, в 1927 г. И. П. Антоновым и В. Д. Соколовым выполнен конкурсный проект главного корпуса Уральского политехнического института. В проекте предлагалось оригинальное, по тем временам решение - объединение в единый объемно-пространственный комплекс корпусов с различной этажностью и протяженностью. В плане комплекс был Н-образной формы. Уникальность проектного предложения И. П. Антонова и В. Д. Соколова в том, что ими был предложен новый тип рассредоточенной многообъемной пространственной композиции вузовского здания. Конкурс на главное здание УПИ выиграл С. Е. Чернышев. Окончательный вариант главного учебного корпуса разрабатывался К. Т. Бобыкиным в «Горкомхозе» на основе проектов победителя и лауреатов. Идея И. П. Антонова и В. Д. Соколова о единой рассредоточенной многообъемной пространственной композиции отразилась в окончательном варианте проекта, реализованном в 1940 г.

В 1928 г. по договору между Уралгипрометом и полномочным представительством Объединенного государственного политического управления И. П. Антонову поручают руководить бюро «ПП ОГПУ по Уралу – постройка городов». Объектом проектирования данного бюро были гражданские здания для сотрудников силовых ведомств Свердловска и Челябинска. С этого момента начинается активное участие И. П. Антонова и В. Д. Соколова в формировании нового архитектурного облика центра Большого Свердловска. Запроектированные высотные доминанты Второго дома Советов - 11-этажный корпус, 10-этажное общежитие для малосемейного состава НКВД Городка чекистов задали новый градостроительный масштаб, зафиксировали центр Свердловска и обозначили главные площади города: «Парижской коммуны» и «1905 года».

Второй дом Советов был запроектирован из П-образного 4-этажного корпуса, образующего полузамкнутый двор с фонтаном и высотного 11-этажного. Проектом были предусмотрены социальные функции: столовая, библиотека, детский сад, санчасть; в подвале: кинотеатр, тир, прачечная и котельная [1, С. 314]. Архитектурный стиль комплекса основан на синтезе форм конструктивизма и неоклассики. В композиции фасадов использовались эркеры, мотив которых схож с теми, что проектировал В. Д. Соколов ранее в доходных домах в Ленинграде. Планировки квартир Второго дома Советов схожи, с планировками доходных домов, которые В. Д. Соколов проектировал в Петрограде ранее, но адаптированные под требования того времени (Рис. 9). «Впервые на Урале была применена суперграфика фасадов жилого дома. Полихромия здания построена И. П. Антоновым на сочетании темно-серой и светло-серой цветовых гамм. Функциональная роль цветового ориентирования подчеркивала особый статус этого элитного комплекса в застройке квартала» [3, С. 37-38].

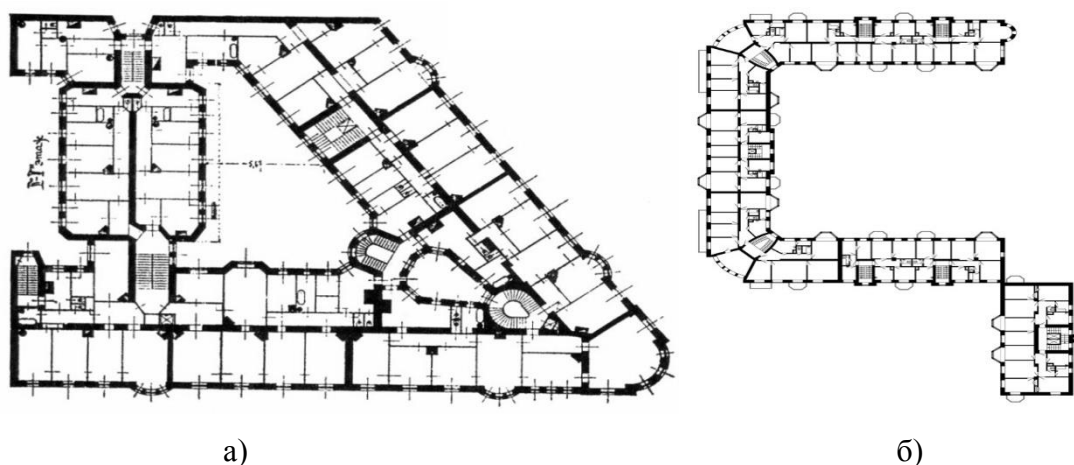


Рис. 9. : а) Комплекс доходных жилых домов "Бассейного товарищества" ул. Большая Посадская, 1/10, план типового этажа арх. А. И. Зазерский, Э. Ф. Виррих; б) Второй дом Советов, Свердловск, И. П. Антонов, В. Д. Соколов, план типового этажа (чертеж автора)

Проект Городка чекистов является отражением трансформаций идей по обобществлению быта и воплощения в реальной строительной практике концепции жилкомбината, где он был упрощен до группы среднеэтажных жилых зданий с придомовым обслуживанием. Творческой группой было разработано два варианта комплекса. В 1929 г. представлен эскизный проект комплекса, который не был принят руководством НКВД Уральской области по ряду причин: в стесненном положении находились жилые пилообразные корпуса и санчасть; процедурный корпус вплотную примыкал к зданию яслей; северо-восточный угол «провалился» ввиду низкой этажности санчасти. На его основе был разработан второй вариант построенный в 1929-36-х гг. (Рис. 10).

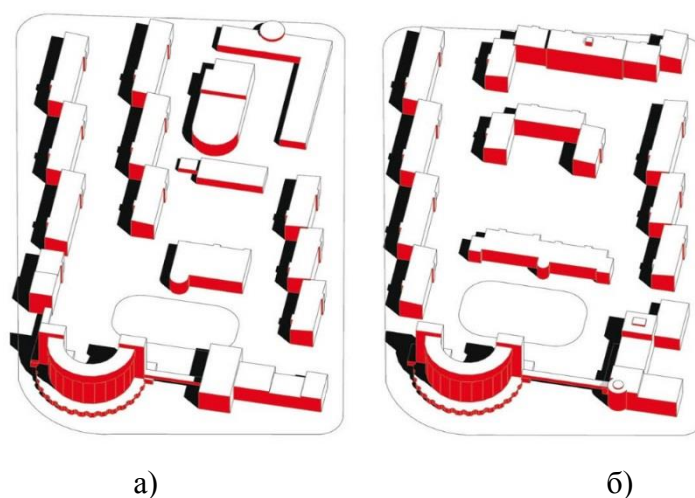


Рис. 10. Варианты пространственной организации комплекса Городка чекистов: а) – неутвержденный, б) – утвержденный вариант. (Схема автора)

В отверженном варианте комплекса проект дома культуры им. Ф. Э. Дзержинского (ныне Свердловский областной краеведческий музей), включающий две столовые для детей и взрослых, зрелищную часть на втором этаже, библиотеку с кружковыми помещениями принадлежит И. П. Антонову. Главным элементом в композиции внешнего облика является цилиндрический объем, в котором запроектирована винтовая лестница. Балки перекрытия данного цилиндрического объема образуют пятиконечную звезду. Идея формы здания общежития для малосемейных в виде полуцилиндра принадлежит В. Д. Соколову. Это подтверждается тем, что в фондах В. Д. Соколова в архиве музея «УралГАХУ» имеются карандашные эскизы вариантов данного здания [12]. Здание общежития и клуба соединены надземным отапливаемым переходом, что является формальным приемом, отличающий жилой дом в стилевых формах авангарда от домов старого типа [13, С. 167].

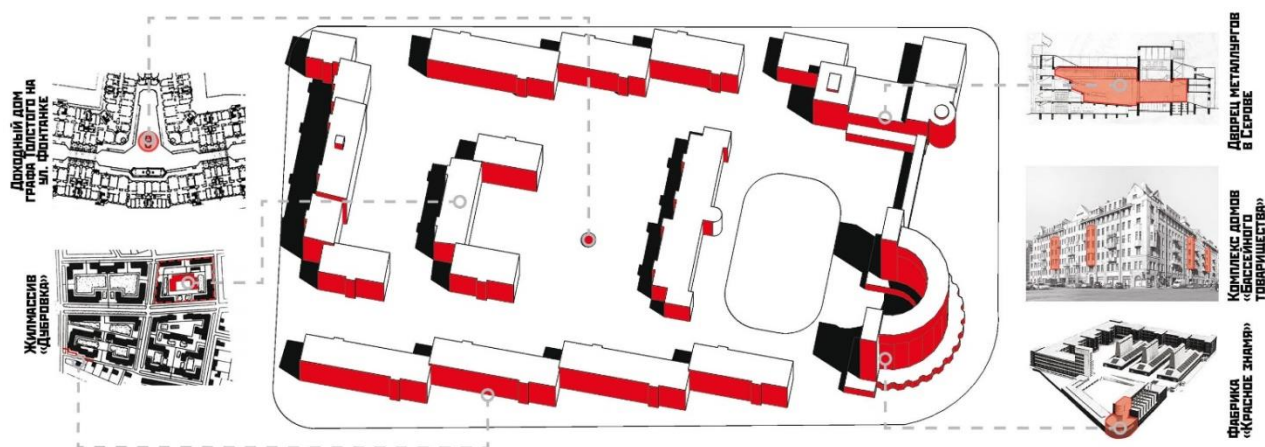


Рис. 11. Аналоги объемно-пространственной композиции Городка чекистов.

(Схема автора)

Руководитель проектной группы И. П. Антонов в 1933 году, по неясным причинам, в спешке безвозвратно уезжает в Финляндию. После чего В. Д. Соколов возглавил коллектив, довел проект до реализации и осуществил авторский надзор вплоть до окончания строительства в 1936 г.

Будучи еще не до конца завершенным, Городок чекистов сам стал объектом освоения архитектурно-художественных принципов. В соседнем квартале (в границах современных улиц Шарташская, Мичурина, Первомайская, Бажова) запроектирован в 1932 г. жилой комплекс «Уральский специалист» архитектором С. В. Капачинским [14]. Аналогично Городку чекистов у данного комплекса заложена развитая система придомового обслуживания: детские ясли и сад, столовая, магазин, прачечная. Объемно-пространственная композиция комплекса поддерживала градостроительное и объемное

решение Городка чекистов: четыре жилых здания, ориентированные на ул. Бажова и ул. Мичурина, запроектированы с трехчастной пилообразной сдвижкой секций с поворотом на 10 градусов к улице (Рис. 11а). Реализован проект лишь частично, в авторском решении построены две секции пятиэтажного жилого корпуса по ул. Шарташской, 40.

Другой пример освоения архитектурно-художественных принципов Городка чекистов - ЦЖС (Центральная жилищная секция) в Каменске-Уральском в соцгороде УАКа (Уральского алюминиевого комбината), впоследствии назван как «Городок алюминщиков» [15]. Городок расположен в квартале современных улиц Каменская, Исетская, Строителей, Алюминиевая. Ленинградскими архитекторами в 1934 г. для ЦЖС запроектированы 4 жилых дома с пилообразной сдвижкой секций, которые реализованы (Рис. 11б). Общежитие (поз. 1, рис. 11б), развернутое полукруглым объемом внутри квартала, клуб с магазином, акцентирующий перекресток улиц Исетской и Строителей (поз. 4, рис. 11б) полностью копировали объемно-планировочные решения общежития для малосемейных и здания дома культуры Городка чекистов, но не были реализованы.

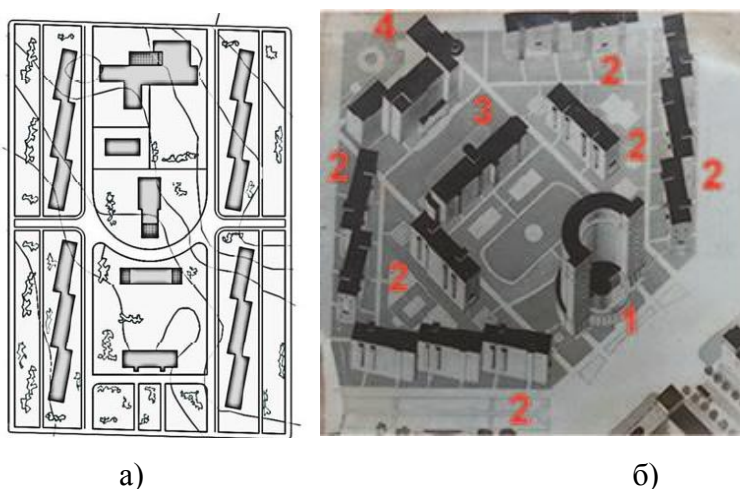


Рис. 12. а) Схема генплана жилого комплекса ЖСКТ «Уральский специалист» (Свердловск/Екатеринбург, ул. Первомайская, 1932 г.). Арх. С. В. Капачинский [14, С. 48]; б). ЦЖС. Аксонометрия, 1934. Монтаж проект алюминий (Ленинград). Архив ОАО УАЗ-СУАЛ, фонд проектов организации «УАЗ. Уралалюминий» и других 1930–1950-х гг. [15, С.6].

В результате рассмотрения раннего периода деятельности И. П. Антонова и В. Д. Соколова, выявлена преемственность между их предшествующим проектным опытом и проектными решениями, воплощенными в Городке Чекистов. Архитектурная практика педагогов-учителей А. А. Полещука, И. А. Фомина, А. Н. Померанцева, Э. Ф. Вирриха, Ф. И. Лидваля, сыграла особую роль в формировании творческой индивидуальности И. П. Антонова и В. Д. Соколова. Анализ проектов, выполненных авторами в период обучения

и первых лет профессиональной деятельности в Петербурге, Москве позволил установить влияние таких принципов и приемов: функционального зонирования зданий, пилообразной постановки секций, П-образное и полуцилиндрическое планировочные решения, суперграфика и полихромия фасадов.

Период с 1926 по 1936 гг., был для И. П. Антонова и В. Д. Соколова наиболее продуктивным. В этот период происходит раскрытие таланта зодчих. Запроектированные ими промышленные и гражданские здания для Большого Урала и административно-хозяйственного центра – Свердловска оказали заметное влияние на архитектурные решения последующих периодов и стали знаковыми для современного Екатеринбурга.

Архитектурно-художественные методы, освоенные И. П. Антоновым и В. Д. Соколовым при выполнении ранних проектов промышленной и гражданской архитектуры, реализованы в проекте Городка чекистов. Данный жилой комплекс стал не только, примером реализации в реальной строительной практике концепции жилкомбината, но символом авангарда на Урале; а также оказал заметное влияние на последующую архитектурную практику в регионе, что подтверждается прямыми аналогами в Свердловске и Каменске-Уральском.

#### ***Библиографический список литературы:***

1. Екатеринбург – Свердловск. 1920-1940. Архитектурный путеводитель под общ. ред. А. Елизарьевой. – 2-е изд., перераб., испр и доп. Екатеринбург : Tatlin, 2023. – 496 с.
2. Лисовский В.Г. И.А. Фомин / В. Г. Лисовский. – Ленинград: - Лениздат, 1979 – 158 с.
3. Смирнов Л. Н. Лидер уральского авангарда / Л. Н. Смирнов // Стройкомплекс Среднего Урала. 2007. № 1–2 (105). С. 52–56.
4. Соловьева Е.Е. Новые дома. Архитектура жилых комплексов Москвы 1920-1930 годов / Е.Е. Соловьева, Т.В. Царева. – М.: План, 2012. – 608 с.
5. Учетный паспорт 27.12.1985 САИ составитель Токменинова Л.И.
6. Свердловский конструктивизм родом из Финляндии. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://yeltsin.ru/news/sverdlovskij-konstruktivizm-rodом-iz-finlyandii/> (Дата обращения 23.04.2020)
7. Смирнов Л.Н. Петербургский след в архитектуре конструктивизма Екатеринбурга: монография / Л.Н. Смирнов. – Екатеринбург: Архитектон, 2015. – 148 с.: ил.
8. Смирнов Л.Н. Творчество архитектора В.Д. Соколова: специальность 18.00.01 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры. / Смирнов Леонид

Николаевич ; Уральская государственная архитектурно-художественная академия - Екатеринбург, 2004. – 194 с.

9. Кириков Б.М. Архитектура ленинградского авангарда. Путеводитель / Б.М. Кириков, М.С. Штиглиц. – Санкт-Петербург: Коло, 2008. – 384 с.

10. Искусство и архитектура русского зарубежья [Электронный ресурс] Режим доступа <https://artrz.ru/menu/1804649223/1804869744.html>(Дата обращения 01.05.2022)

11. Архитектура рабочих клубов и дворцов культуры / В.Е. Быков, И.П. Дошломак, Я.А. Корнфельд и др.; под ред. В.А. Виноградова. – Москва.: Государственное издательство по строительству и архитектуре, 1953. – 310 с.

12. Музей архитектуры и дизайна УралГАХА. Ф.3. Оп 1. Ед. хр. 22.

13. Хан-Магомедов С.О. Архитектура советского авангарда: В 2 кн.: Кн. 2: Социальные проблемы / С.О. Хан-Магомедов - Москва: Стройиздат, 2001. - 712 с: ил.

14. Сапрыкина Н. С. Свердловский конструктивизм С. В. Капачинского. Часть 2: Проект застройки квартала «Уральский специалист», 1932 г. / Н. С. Сапрыкина // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 6 (65). С. 46–54.

15. Гаврилова, С.И. Историко-архитектурный анализ «Городка алюминщиков» в г. Каменске-Уральском – аналоге «Городка чекистов» в г. Свердловске [Электронный ресурс] / С.И. Гаврилова // Архитектон: известия вузов. – 2022. – №1(77). – URL: [http://archvuz.ru/2022\\_1/7/](http://archvuz.ru/2022_1/7/) – doi: 10.47055/1990-4126-2022-1(77)-7.

**УДК 528.88**

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ**

**Соболев Сергей Юрьевич**

*студент факультета управления территориями группы 23ЗиК2  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: sobolevsergej891@gmail.com*

**Букин Сергей Николаевич**

*доцент кафедры «Землеустройство и геодезия», кандидат экономических наук»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: 02.serzh.bukin@mail.ru*

**ENVIRONMENTAL MONITORING OF LANDS USING REMOTE SENSING METHODS**

**Sobolev Sergey Yurievich**

*student of the faculty of territorial management of group 23ZiK2  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»  
e-mail: sobolevsergej891@gmail.com*

**Bukin Sergey Nikolaevich**

*associate Professor of the "Department of Land Management and Geodesy,  
candidate of Economic Sciences"  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»  
e-mail: 02.serzh.bukin@mail.ru*

**Аннотация:** рассмотрены методы использования данных дистанционного зондирования земли в рамках экологического мониторинга с учётом преимуществ и ограничений, приведены примеры использования методов дистанционного зондирования при определении местоположения несанкционированных свалок твёрдых бытовых отходов и при оценке состояния эродированных земель, представлены перспективные направления развития методов дистанционного зондирования при экологическом мониторинге.

**Ключевые слова:** экологический мониторинг, методы дистанционного зондирования, свалки твёрдых бытовых отходов, эродированные земли.

**Abstract:** *the methods of using remote sensing data in the framework of environmental monitoring are considered, taking into account the advantages and limitations, examples of the use of remote sensing methods in determining the location of unauthorized solid waste dumps and in assessing the condition of eroded lands are given, promising directions for the development of remote sensing methods in environmental monitoring are presented*

**Key words:** *environmental monitoring, remote sensing methods, solid waste landfills, eroded lands.*

В условиях растущего антропогенного воздействия на природные экосистемы дистанционные методы наблюдений становятся ключевым инструментом эффективного мониторинга [1,2,3]. Цель экологического мониторинга с использованием методов дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) заключается в систематическом наблюдении за состоянием окружающей среды с помощью удалённых средств измерения (без непосредственного контакта с объектом исследования) для решения ряда ключевых задач: оценка текущего состояния земель (вычисление площадей земель, подверженных эрозии, засолению, опустыниванию), выявление антропогенных воздействий, прогнозирование и предотвращение чрезвычайных ситуаций, контроль состояния растительного покрова, мониторинг землепользования и изменений границ угодий, прогнозирование экологических рисков.

При проведении экологического мониторинга в качестве исходных данных используются данные спутниковой съёмки (снимки Landsat, Sentinel, MODIS с регулярным покрытием значительных площадей земельных угодий), снимки высокого разрешения, получаемые с самолётов и вертолёт, снимки земной поверхности с беспилотных летательных аппаратов для оперативного наблюдения за небольшими по площади участками земной поверхности.

В качестве методов экологического мониторинга используются различные виды съёмок: мульти- и гиперспектральная, радиолокационная и лазерное сканирование. Каждая из перечисленных съёмок обладает как преимуществами, так и недостатками.

Мультиспектральная съёмка характеризуется широким территориальным охватом, простотой обработки результатов, относительно дешевым оборудованием, большим количеством сфер применения. К недостаткам данной съёмки следует отнести низкую спектральную детализацию и невысокое спектральное разрешение.

Гиперспектральная съёмка обладает рядом положительных свойств, главное из которых – высокое спектральное разрешение, позволяющее точно идентифицировать состав почвы, загрязнения и создавать химические карты поверхности. Широкому

применению на практике данных гиперспектральной съёмки препятствуют высокая стоимость съёмочного и вычислительного оборудования и программного обеспечения.

Области применения мульти- и гиперспектральной съемки определяются целями исследования: в целях общего экологического мониторинга целесообразно применять мультиспектральную съёмку, для более глубокого и точного анализа отдельных объектов – гиперспектральную.

Преимущества радиолокационной съемки (SAR): возможность использования в любых метеоусловиях, проникновение сквозь облачность, наблюдение объектов, невидимых в оптическом и инфракрасном диапазонах электромагнитного спектра, выявление микросмещений поверхности (оползни, просадки).

Использование лидарного сканирования (LiDAR) дает высокоточную 3D-модель рельефа, данные о структуре растительного покрова и измерения биомассы и высоты деревьев.

Технологическая цепочка мониторинга включает следующие стадии:

— *сбор данных* (получение снимков с космических аппаратов, беспилотных летательных аппаратов или авиационных носителей).

— *предварительная обработка* (радиометрическая и геометрическая коррекция и устранение искажения);

— *дешифрирование* (интерпретация изображений с использованием алгоритмов машинного обучения);

— *анализ изменений* (сравнение временных рядов для выявления динамики);

— *визуализация и картографирование* (создание тематически карт и 3D-моделей);

— *формирование отчётов* (заключительный этап в подготовке данных для принятия управленческих решений).

Реализация на практике методов дистанционного зондирования имеет преимущества и ограничения.

К преимуществам относятся: охват больших территорий (мониторинг регионов и стран в едином масштабе), регулярность наблюдений (возможность отслеживания динамики процессов), экономическая эффективность (снижение затрат на полевые исследования), объективность данных (минимизация человеческого фактора), доступ к труднодоступным районам (изучение отдалённых и опасных территорий).

Широкое применение методов дистанционного зондирования для решения практических задач ограничивается такими факторами, как: разрешение снимков (компромисс между детализацией и охватом), атмосферные помехи (влияние облаков,

дымки, аэрозолей), калибровка данных (необходимость наземной верификации), обработка больших массивов (требования к вычислительным ресурсам), правовые ограничения (регулирование использования ДЗЗ).

На практике дистанционное зондирование применяется при экологическом мониторинге: наблюдение развития опустынивания (анализ динамики деградации земель в аридных регионах по индексу NDVI), контроль незаконной вырубки (выявление изменений лесного покрова с помощью мультиспектральных снимков), оценка эрозии почв (лидарное сканирование для измерения смыва грунта), мониторинг мелиорированных земель (анализ засоления по гиперспектральным данным), реабилитация промышленных территорий (отслеживание восстановления экосистем после закрытия предприятий).

В практической деятельности землепользователей и органов местного самоуправления методы ДЗЗ применяются для решения ряда актуальных задач: определения местоположения объектов экологического риска (например, несанкционированных свалок) и соблюдения охранных зон таких объектов; оценки динамики эрозионных процессов.

На рисунке 1 показано местоположение несанкционированных свалок твёрдых бытовых отходов (ТБО) на территории Нижнеломовского района Пензенской области, определённое с помощью программы GoogleEarth [4].

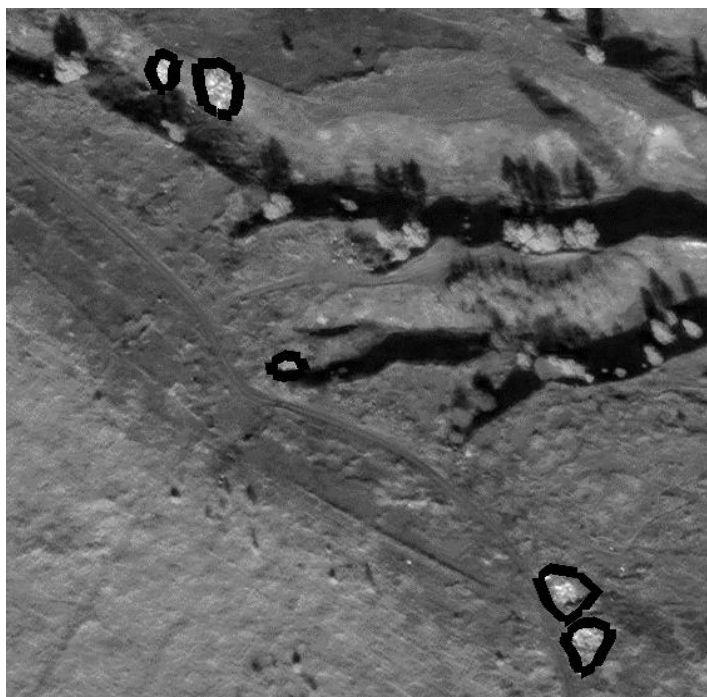


Рис. 1. Схема определения местоположения несанкционированных свалок твёрдых бытовых отходов, Нижнеломовский район Пензенской области, (дата съёмки 10.11.2021)

Данные, представленные на рисунке 1, демонстрируют возможность оперативного, дешёвого и высокоточного мониторинга состояния свалок ТБО на территории землепользования.

Данные ДЗЗ так же могут быть использованы для оценки состояния эродированных земель как на конкретную дату, так и в динамике за выбранный период (рисунок 2), GoogleEarth[4], Белинский района Пензенской области

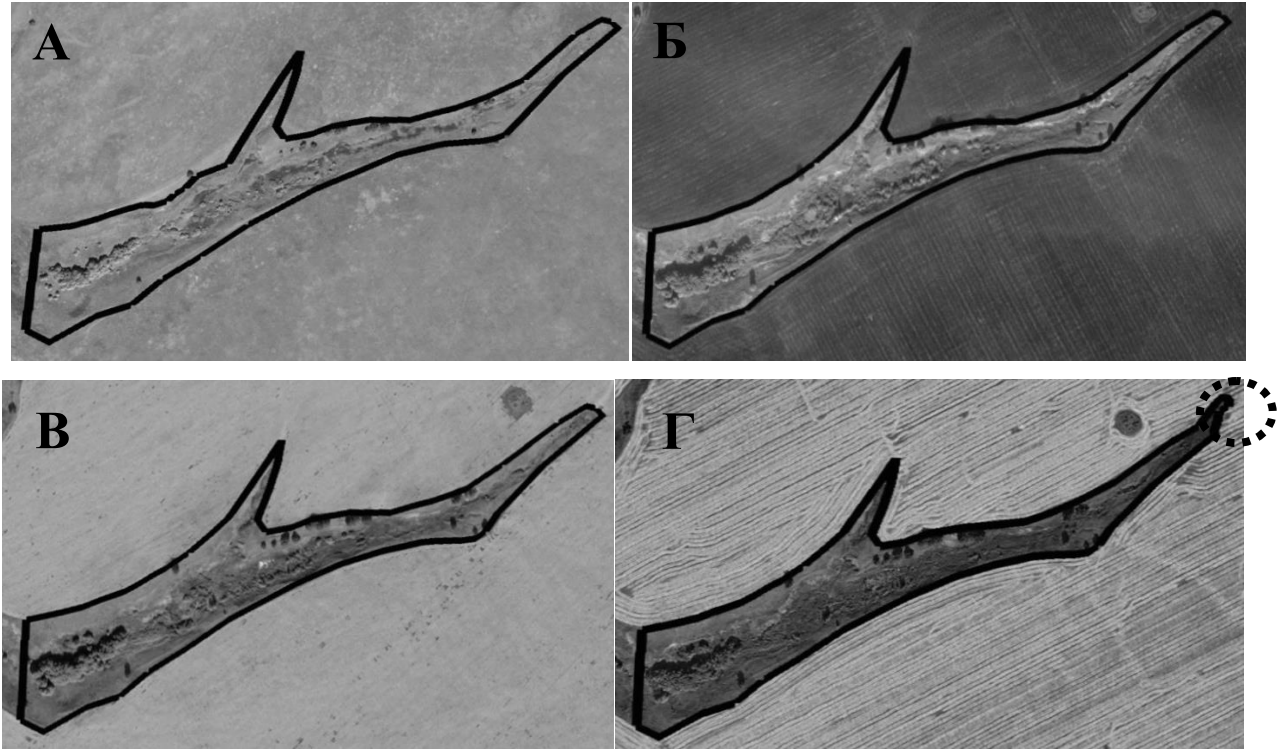


Рис. 2. Контур оврага в разные временные периоды (по данным GoogleEarth [4]):  
 А – июнь 2010 г., Б – октябрь 2010 г., В – сентябрь 2019 г., Г– август 2024 г.

На основе измерений площади и периметра рассматриваемого оврага за период 2010-2024 гг была составлена таблица 1.

Таблица 1

Динамика площади и периметра оврага, 2010-2024 гг.

| Дата съемки   | Периметр, м | Динамика периметра, м | Площадь, м <sup>2</sup> | Динамика площади, м <sup>2</sup> |
|---------------|-------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------------|
| июнь 2010     | 2 215       | —                     | 69 430                  | —                                |
| октябрь 2018  | 2 206       | -9                    | 76 297                  | 6867                             |
| сентябрь 2019 | 2 206       | 0                     | 76 297                  | 0                                |
| август 2024   | 2 305       | 99                    | 77 778                  | 1481                             |
| Всего:        | —           | 90                    | —                       | 8348                             |

На основе данных таблицы 1 можно сделать следующие выводы:

—за период с июня 2010 по август 2024 периметр оврага увеличился на 90 м, наибольший прирост периметра относится к периоду 2019-2024 гг;

—абсолютное увеличение площади оврага с июня 2010 по август 2024 составило  $8348\text{ м}^2$ , наиболее значительное увеличение площади наблюдалось в период 2010-2018 гг ( $6867\text{ м}^2$ ).

Периметр оврага при анализе динамики эрозионных процессов – величина вспомогательная, характеризующая степень изрезанности границ и оказывающая косвенное влияние на развитие эрозии.

Существенный рост площади оврага в 2010-2018 гг. объясняется введением в этот период в сельскохозяйственный оборот прилегающих земельных угодий и установлением на местности фактической видимой на спутниковых снимках границы пашни. В 2010 г. эта граница отсутствовала и площадь была определена по видимой на снимке бровке оврага. Обработываемые поля позволили внести визуальную корректировку при построении контура оврага для измерения площади в 2018 г.

Таким образом, рост площади оврага (рисунок 2, А, Б и таблица 1) за период 2010-2018 гг. объясняется в большей степени не развитием эрозионных процессов, а изменением видимой границы оврага на спутниковых снимках.

В период сентябрь 2019 - август 2024 рост площади оврага составил  $1481\text{ м}^2$  в большой степени за счёт роста оврага в области вершины (пунктирный контур на рисунке 2, Г).

Выявленный рост оврага в области вершины необходимо замедлить и в дальнейшем прекратить. Действенный и эффективный способ – создание защитных лесных насаждений.

На практических примерах рассмотрены возможности использования данных ДЗЗ для решения распространённых задач, стоящих перед органами государственной власти и частными лицами. В перспективе для увеличения точности дешифрирования и скорости обработки результатов рассматриваются такие направления развития, как: автоматизированное дешифрирование с помощью нейросетей, увеличение числа спутников для съёмки местности в высоком разрешении, синтез спутниковой информации и данных из геоинформационных систем, доступ к обработке данных облачных платформ в реальном времени, вовлечение добровольцев в работы по верификации результатов.

Таким образом, экологический мониторинг земель с использованием методов дистанционного зондирования является перспективным высокотехнологичным инструментом наблюдения за состоянием окружающей среды, позволяющим принимать

взвешенные управленческие решения в области природопользования и реализации земельной политики.

***Библиографический список литературы:***

1. Букин С.Н. Анализ состояния земельных ресурсов Камешкирского района Пензенской области // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 65-летию кафедры «Общее земледелие и землеустройство» и Дню российской науки. Пенза, 2016. С. 316-319.

2. Каширина, А. С. Современные подходы к управлению земельными ресурсами / А. С. Каширина, С. Н. Букин // Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства: материалы IV международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ, Воронеж, 29 апреля 2022 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2022. – С. 12-20.

3. Шкатулова, И. В. Мониторинг интенсивности использования сельскохозяйственных земель муниципального района на основе данных дистанционного зондирования / И. В. Шкатулова, Е. К. Харченко, С. Н. Букин // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2024. – № 2(51). – С. 68-76.

4. Google Earth (2026). Спутниковое изображение территории Пензенской области. [Электронный ресурс] / Google, Maxar Technologies – Режим доступа: URL: <https://earth.google.com/web/> (дата обращения: 07.02.2025).

## **ВЛИЯНИЕ ЭКО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

**Цапина Антонина Александровна**

*ассистент кафедры «Кадастр недвижимости и право»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: tonya.tsapina@mail.ru*

**Ломов Станислав Петрович**

*доктор географических наук, профессор кафедры «Кадастр недвижимости и право»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: tonya.tsapina@mail.ru*

**Арсангириев Аюб Лечаевич**

*студент группы 23ЗиК1 Факультета управления территориями  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: tonya.tsapina@mail.ru*

## **THE INFLUENCE OF ECO-CLIMATIC CONDITIONS ON SOIL FERTILITY IN THE MIDDLE VOLGA REGION**

**Tsapina Antonina Alexandrovna**

*assistant Professor of the Department of Real Estate Cadastre and Law  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: tonya.tsapina@mail.ru*

**Lomov Stanislav Petrovich**

*doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Real Estate Cadastre and  
Law*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: tonya.tsapina@mail.ru*

**Arsangiriev Ayub Lechaevich**

*student of group 23ZiK1 of the Faculty of Territorial Management  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: tonya.tsapina@mail.ru*

**Аннотация:** в современном мире глобального потепления и усиливающегося антропогенного воздействия на природу, необходимо проводить комплексные исследования возможных изменений природной среды и продуктивности биосферы Среднего Поволжья. Проведен анализ динамики эко-климатических показателей и их воздействия на плодородие почв. Предложены рекомендации по повышению устойчивости агробиоценозов к климатическим аномалиям. Полученные промежуточные результаты могут служить основанием для прогноза повышения урожайности основных сельскохозяйственных культур в условиях Среднего Поволжья.

**Ключевые слова:** климатические особенности Среднего Поволжья, плодородие почв, изменение климата, экология.

**Abstract:** in the modern world of global warming and the increasing anthropogenic impact on nature, it is necessary to conduct comprehensive studies of possible changes in the natural environment and productivity of the biosphere of the Middle Volga region. The dynamics of eco-climatic indicators and their impact on soil fertility are analyzed. Recommendations for increasing the resilience of agrobiocenoses to climatic anomalies are proposed. The obtained intermediate results can serve as a basis for predicting an increase in the yield of major crops in the conditions of the Middle Volga region.

**Key words:** climatic features of the Middle Volga region, soil fertility, climate change, ecology.

Среднее Поволжье охватывает среднюю часть Приволжского федерального округа, включая такие субъекты: как Республика Татарстан, Самарская, Ульяновская и Пензенская области. Эта территория отличается высокой степенью экономического развития и плотностью населения. Обширный регион обладает выгодным географическим положением с хорошо развитой транспортной инфраструктурой, включая сеть железных дорог, автодорог с твердым покрытием и водные пути.

Цель исследования - анализ эко-климатических условий и влияние их на плодородие почв Среднего Поволжья.

Методикой исследования является качественный анализ статистических данных и теоретических основ плодородия почв, а также прогнозирование.

Современные изменения климата, вызванные глобальным потеплением, за счет увеличения антропогенного воздействия на природные ресурсы, определяет необходимость комплексного анализа возможных преобразований природной среды в целом, включая и продуктивность биосферы. Увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере усиливает парниковый эффект в приземных воздушных слоях, что представляет собой локальные изменения погодных условий и усложняет проблемы мелиоративного порядка.

Климатические условия Среднего Поволжья отличаются значительной изменчивостью как во времени, так и в пространстве. Погодные условия из года в год могут существенно различаться между собой. Основной особенностью межгодовых колебаний урожайности зерновых культур является наличие двухлетней цикличности климата, характерной для Среднего Поволжья. Эта цикличность урожайности зерновых

связана с фазами квазидвухлетней изменчивости скорости ветра в нижней стратосфере, что обусловило возможность выделения западной и восточной фазы [6].

Наиболее заметное различие между этими фазами заключается в перераспределении осадков в течение вегетационного периода. Для западной фазы характерна положительная аномалия осадков летом по сравнению со среднемноголетними данными. В эти фазы возможно получение высоких урожаев яровых зерновых культур, конопли, льна, картофеля, подсолнечника и др.

В восточной фазе климата наблюдается противоположное перераспределение осадков в течение вегетационного периода. Для этой фазы характерны положительные аномалии осадков весной и осенью и отрицательные аномалии летом по сравнению со среднемноголетними данными. Рост, развитие и урожайность озимых зерновых культур в восточную фазу климата имеют высокие показатели.

Восточная фаза с положительными аномалиями осадков весной и осенью и отрицательными летом, акцентирует особое внимание, так как недостаток осадков в ключевые фазы развития культур может снизить их урожайность. Исследования в этой области необходимы для более глубокого понимания влияния климатических изменений и двухлетней цикличности на сельское хозяйство.

Известно, что первичный продукционный процесс биосферы и конечный результат — нетто-продукция растительной биомассы — во многом зависят от сложных комбинаций погодных и климатических факторов. Эти комбинации динамичны и характеризуются значительной изменчивостью в течение многих лет. Это, в свою очередь, существенно влияет на формирование ежегодной урожайности агробиоценозов, особенно однолетних зерновых культур.

Анализ многолетних рядов продуктивности (урожай зерновых) показывает, что они содержат информацию о совокупном влиянии на ежегодные показатели урожайности в Среднем Поволжье различных погодных и климатических факторов, особенно таких экстремальных условий, как резкие перепады температур, аномально-теплые зимы или аномально-холодное лето, засухи и наводнения [2].

На протяжении последних пятидесяти лет климат в европейско-атлантическом секторе Евразии претерпевает изменения, обусловленные антропогенным глобальным потеплением. Например, в Нижнем Поволжье среднегодовая температура в XXI веке возросла на 1 °C, а за последние шесть десятилетий — на 2 °C. В целом различия между климатом северных и южных регионов европейской части России будут менее выраженными, а погодные аномалии охватят более обширные территории.

Уже через десять лет в Нижнем и Среднем Поволжье преобладающими станут ливневые дожди, тогда как в Верхнем Поволжье продолжатся снегопады. Такая погода сохранится до начала-середины 2060-х годов.

В результате, можно выделить основные факторы, влияющие на плодородие почв Среднего Поволжья:

- Атмосферное увлажнение, являющееся одним из ключевых факторов для роста растений. Нехватка или неравномерное распределение осадков приводит к дефициту влаги в почве, что оказывает негативное воздействие на процесс вегетации;
- Экстремальные климатические явления. Резкие изменения температуры, засухи или, наоборот, избыточные осадки, аномальные оттепели или сильные морозы, все вышеприведенные факторы вызывают стресс и различные заболевания у растений. Влияние аномальных явлений усложняет процесс планирования сельскохозяйственного производства.

По оценкам экспертов ООН, к 2030 году глобальный спрос на продовольствие вырастет на 50%, что потребует дополнительной нагрузки на земельные и водные ресурсы. В этой ситуации важно, чтобы наука, власти и бизнес сосредоточились на объективной оценке состояния природных и антропогенных ландшафтов, а также на внедрении природосберегающих технологий, адаптированных к климатическим изменениям.

Агрохимическое обследование почв предоставляет дополнительную информацию, но сосредоточено лишь в верхних пахотных горизонтах, что не позволяет полностью объяснить деградацию черноземов. Некоторые специалисты полагают, что качество черноземов изменяется незначительно и их плодородие можно поддерживать с помощью агротехнологий.

Почвы медленно накапливают загрязняющие вещества, выполняя при этом защитные функции по отношению к другим природным системам. Однако, играя роль барьера, они сами подвергаются загрязнению, что в конечном итоге может привести к снижению их пригодности для сельского хозяйства. Для получения экологически безопасной продукции необходимо применять мелиоративные подходы, которые ограничивают подвижность загрязняющих веществ и уменьшают их токсическое воздействие на растения.

В целом экологическое состояние почв Среднего Поволжья вызывает некоторое беспокойство, причиной этому служит ряд факторов:

- Загрязнение почв от источников внешнего воздействия. Промышленная деятельность, сельское хозяйство, транспорт обуславливают накоплению в почве

различных токсичных веществ, а также тяжелых металлов. Данный фактор не только усиливает загрязнение почв, но и влияет на качество конечной продукции.

- Проблемы с засолением почв. В некоторых регионах Среднего Поволжья наблюдается процесс осолонцевания и засоления почв, что вызвано нарушениями в процессах орошения и изменениями в гидрологических условиях. Более того, недостаточная увлажненность почв и повышение средней температуры приводит к изменению границ лесостепных и степных зон, что, в свою очередь, оказывает влияние на изменение почвенного покрова.

- Трудности в применении агрономических технологий. Местами некорректное внесение удобрений, несоблюдение системы севооборотов и несовершенное земледелие приводят к деградации и истощению наиболее плодородных почв, в частности черноземов.

Сероватые слои в некоторых почвах предполагают наличие процессов оподзоливания (вымывание продуктов разложения первичных минералов из поверхностных горизонтов почв), осолодения и т.д. То есть увеличение в верхнем горизонте почв кремнезёма, как наиболее устойчивого к трансформации минеральной массы, снижение оснований кальция, магния и других биофильных катионов. Изначально данное явление носило народное название «подзол», в науку это понятие ввел В.В.Докучаев, затем уже А.Н. Костяков назвал их белесыми горизонтами.

Что касается формирования «белесых слоев» в черноземах Среднего Поволжья, накопленные данные свидетельствуют о том, что помимо подкисления почв, которое вызывает трансформацию минералов, существуют и другие факторы миграции, например, «лессиваж». Экологические изменения данных почв обусловлены повышением влажности климата в позднем голоцене и, как результат, наступление лесов на степь и развитие налагающихся процессов оподзоливания на профили бывших степных черноземов [7].

Иллювиальный горизонт играет важную роль в почвообразовательных процессах, особенно в контексте оподзоленных черноземов. Он формируется в результате выщелачивания и миграции обменных катионов, что позволяет сохранять устойчивые свойства почвы на протяжении современного климата.

Современные почвенно-экологические условия Среднего Поволжья способствуют сохранению солонцеватости черноземов, связанной с выходом на поверхность щелочных пород, которые и предопределили солонцеватые свойства данных почв, что негативно отражается на их плодородии.

В ходе анализа эко-климатических условий за последние 120 лет были выявлены различные тренды и зависимости между погодными параметрами и урожайностью

зерновых культур. Обнаружено значительное увеличение среднесуточной температуры воздуха в период вегетации основных сельскохозяйственных культур в исследуемом регионе. Наблюдения показывают, что рост температуры начал усиливаться с семидесятых годов XX века, а в последние тридцать лет (1993-2023 гг.) этот процесс стал особенно выраженным. Было зафиксировано значительное колебание среднегодовой температуры, варьирующей от 3,9 °C в 1941 году до 5,2 °C в 2016 году. Согласно уравнению линии тренда, температура увеличивалась в среднем на 0,153 °C за десятилетие. При сравнении температурных показателей по тридцатилетним интервалам третье тридцатилетие демонстрирует рост на 0,4–0,6 °C (9,1–14,3 %) [5].

Наиболее заметное потепление наблюдается в зимние месяцы, где скорость повышения температуры составила 0,688 °C за каждые 10 лет. Это явление значительно снизило риск вымерзания озимых культур и способствовало расширению площадей под озимой пшеницей. Например, вторая половина 120-летнего периода наблюдений показала увеличение температуры воздуха за декабрь-февраль на 2,1 °C (20,8 %).

По данным мониторинга четвёртого тридцатилетнего периода (1993–2023 гг.), температура выросла на 0,5–1,0 °C (2,6–5,4 %).

Однако в тёплый период года (май-август) наблюдаются противоположные тенденции. Согласно проведенным исследованиям, общее количество осадков за 120 лет уменьшилось на 19,7–29 мм, что соответствует снижению на 1,644 мм каждые десять лет. Значительное сокращение показателя произошло в последнем тридцатилетии: по сравнению с тремя предыдущими периодами оно составило от 12,7 до 31,1 мм (8,3–20,3%).

Наблюдается не только повышение температуры и влажности воздуха, но и уменьшение количества осадков и гидротермического коэффициента (ГТК), а также продление вегетационного периода. За последние 24 года среднее начало весенней вегетации по данным Безенчукской агрологической станции отмечается на 12 апреля.

Современное потепление атмосферы привело к заметным климатическим изменениям. В Среднем Поволжье наблюдаются более мягкие зимы, что создает условия для негативных последствий для зимовки зерновых: выпревание посевов, появление снежной плесени и вымерзание растений. Ранее такие явления были редкостью, но сейчас они способствуют снижению урожайности озимых культур.

Анализ двухсотлетней динамики урожайности зерновых показывает сложность и изменчивость погодных факторов, которые определяют годы с высокой продуктивностью и экстремальными спадом урожайности. В первом периоде, в условиях низкой культуры

земледелия, средняя урожайность зерновых оставалась на уровне 4,5–5,0 ц/га более полувека.

Прогресс в агрономии привел к увеличению средней урожайности зерновых почти вдвое до 1914 года. Второй период усовершенствования семеноводства и технологических процессов позволил достичь уровня урожайности выше рекорда 1913 года в период с 1921 по 1941 годы.

Третий период (интенсивный) характеризовался созданием новых сортов пшеницы и применением сортовой технологии, а также внесением удобрений, что способствовало росту средней урожайности с 4 до 22 ц/га и более в период с 1946 по 1976 годы.

Четвертый период (индустриальный) связан с изменением глобального температурного режима Земли, вызванным воздействием промышленной энергетики и увеличением выбросов углекислого газа. Этот этап привел к высокой изменчивости урожайности озимой пшеницы: урожайные годы сменялись резкими падениями, вызванными оттепелями и температурными колебаниями. В условиях глобального потепления требуется разработка экологически адаптированных сортов и современных технологий для минимизации негативных последствий климатических изменений.

В результате проведенного исследования была выявлена зависимость изменения климатических и агрохимических факторов на плодородие почв Среднего Поволжья.

Таким образом, для повышения устойчивости агробиоценозов к климатическим аномалиям предлагается реализация следующих стратегий:

- Севообороты и агротехнические методы. Применение севооборотов и сортов, устойчивых к аномальным климатическим условиям, может помочь смягчить последствия неблагоприятных погодных условий.
- Управление водными ресурсами. Оптимизирование орошения и других методов управления водными ресурсами поможет обеспечить сельскохозяйственные культуры достаточным уровнем влаги в критические моменты.
- Мониторинг и прогнозирование. Использование современных технологий для прогноза погодных условий поможет аграриям подготовиться к предстоящим критическим моментам.

#### ***Библиографический список литературы:***

1. Парижское соглашение от 12 декабря 2015 г., подписанное от имени Российской Федерации в г. Нью-Йорке 22 апреля 2016 г. [Электронный ресурс]. Правительство России официальный сайт – URL: <http://government.ru/>

2. Горянин О. И., Шевченко С. Н., Корчагин В. А. Тенденции изменения климата и его влияние на возделывание сельскохозяйственных культур в Среднем Заволжье // Метеорология и гидрология. 2018. № 6. С. 106–110.
3. Дубовик, Д.В. Влияние агротехнических приемов на урожайность озимой пшеницы /Д.В.Дубовик, Е.В.Дубовик, Д.Ю. Виноградов// Земледелие, 2014.
4. Кошкин Е. И., Андреева И. В., Гусейнов Г. Г. Влияние глобальных изменений климата на продуктивность и устойчивость сельскохозяйственных культур к стрессорам // Агрохимия. 2019. № 12. С. 83–96.
5. Ломов, С. П. Изменение климата в Среднем Поволжье за последние 100 лет / С. П. Ломов, А.А. Смирнов, И.И. Кривобочек // Нива Поволжья. – 2007. – №1 (2) – С. 11-14.
6. Ломов, С. П. Экологические аспекты урожайности пшеницы и картофеля в разрезе цикличности климата в Среднем Поволжья / С. П. Ломов, Ю. Н. Лысенко, В. Г. Кривобочек, Н. Ю. Лысенко // Селекция, семеноводство, экология: мат. конф., посвящ. 50-летию кафедры селекции и семеноводства Пензенской ГСХА и памяти академика Г. В. Гуляева. - Пенза, 2004. - С. 127-131.
7. Ломов, С. П. Проблемы агрогенной и техногенной трансформации чернозёмов Пензенской области / С. П. Ломов // Кн. «Проблемы антропогенного почвообразования». – М., 1997. – С.299-301.
8. Оптимизация технологических операций при возделывании полевых культур в засушливых условиях Поволжья / О. И. Горянин, Б. Ж. Джангабаев, Е. В. Щербинина и др. // Российская сельскохозяйственная наука. 2023. № 5. С. 34–38.
9. Павлова В. Н., Каланка П., Караченкова А. А. Продуктивность зерновых культур на территории Европейской России при изменении климата за последние десятилетия // Метеорология и гидрология Метеорология и гидрология. 2020. № 1. С. 78–94.
10. Щербаков А.П., Козловский Ф.И., Васенев И.И. Основные условия и закономерности современного антропогенеза черноземов России / В кн. «Антропогенная эволюция черноземов». – Воронеж: ВГУ, 2000. – С. 391-409.
11. Яшин И.М., Васенев И.И., Прохоров И.С., Рамазанов С.Р. Экологическое состояние и эволюция черноземов среднего Поволжья Саратовской области / Эволюция и деградация почвенного покрова: сборник научных статей по материалам IV международной научной конференции (13-15 октября 2015 г.). – Ставрополь: Ставропольское издательство «Параграф», 2015. – С. 76-84.

**РАЗВИТИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ РЕКРЕАЦИОННОГО ЗЕМЕЛЬНО-  
ИМУЩЕСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА НА ТЕРРИТОРИИ ПЕНЗЕНСКОЙ  
ОБЛАСТИ**

**Чурсин Алексей Иванович**

*кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой «Землеустройство и  
геодезия»*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: ktkbr1322@yandex.ru*

**Ишамятова Ирина Хафисовна**

*кандидат экономических наук, доцент кафедры Управления недвижимостью и  
земельными ресурсами*

*ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»*

*e-mail: irinaishamyatova@yandex.ru*

**Григорьев Вадим Александрович**

*студент группы 24ЗиК1м*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: ktkbr1322@yandex.ru*

**Харитоновна Пелагея Игоревна**

*студент группы 23ЗиК2*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: polina123555@yandex.ru*

**INFRASTRUCTURE OF THE RECREATIONAL LAND AND PROPERTY  
COMPLEX IN THE PENZA REGION**

**Chursin Alexey Ivanovich**

*vandicate of Geography, Associate Professor, Head of the Department of Land Management  
and Geodesy,*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: ktkbr1322@yandex.ru*

**Ishamyatova Irina Hafisovna**

*candidate of Economic Sciences, Associate Professor at the Department of Real Estate and  
Land Resources Management*

*at the State University for Land Use Planning*

*e-mail: irinaishamyatova@yandex.ru*

**Grigoriev Vadim Aleksandrovich**

*student of group 24ZiK1m*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: ktkbr1322@yandex.ru*

**Kharitonova Pelageya Igorevna**

*student of group 23ZiK2*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: polina123555@yandex.ru*

**Аннотация:** в статье исследуется состояние и перспективы развития инфраструктуры рекреационного земельно-имущественного комплекса Пензенской области. Авторами проанализированы земельные ресурсы рекреационного назначения, динамика количества коллективных средств размещения и транспортная доступность региона. На основе статистических данных Росреестра и Росстата, а также нормативно-правовых актов выявлены основные проблемы, сдерживающие развитие туристической отрасли, включая неравномерность размещения инфраструктуры, низкое качество услуг и износ инженерных коммуникаций в сельских территориях. Проведен SWOT-анализ развития комплекса, определивший ключевые преимущества (природно-ресурсный потенциал, культурное наследие) и угрозы (миграционный отток, конкуренция регионов). Обоснована необходимость внедрения системы государственной классификации средств размещения, развития государственно-частного партнерства и использования цифровых сервисов для повышения инвестиционной привлекательности и качества туристического продукта.

**Ключевые слова:** рекреационный земельно-имущественный комплекс, Пензенская область, туризм, инфраструктура, земельные ресурсы, коллективные средства размещения, инвестиции, территориальное планирование.

**Abstract:** the article examines the state and prospects for the development of the recreational land and property complex infrastructure in the Penza Region. The authors analyze the land resources for recreational purposes, the dynamics of the number of collective accommodation facilities, and the transport accessibility of the region. Based on statistical data from the Federal State Register of Property and Cadastral Records and the Federal State Statistics Service, as well as legal acts, the authors identify the main problems that hinder the development of the tourism industry, including the uneven distribution of infrastructure, the low quality of services, and the deterioration of engineering facilities in rural areas. A SWOT analysis of the complex's development was conducted, which identified key advantages (natural resource potential, cultural heritage) and threats (migration outflow, regional competition). The necessity of implementing a system of state classification of accommodation facilities, developing public-private partnerships, and using digital services to increase investment attractiveness and quality was substantiated.

**Key words:** recreational land and property complex, Penza Region, tourism, infrastructure, land resources, collective accommodation facilities, investments, territorial planning.

Развитие рекреационного земельно-имущественного комплекса на территории Пензенской области является одной из приоритетных задач территориального планирования. Об этом свидетельствует введенная в 2013 году государственная программа Пензенской области по развитию культуры и туризма и утвержденная в 2021 году Стратегия развития туризма в Пензенской области на период до 2035 года, которые определяют приоритетные направления инвестиций и развития земель рекреации [4]. Регион обладает значительным нереализованным на сегодняшний день потенциалом, что требует глубокого анализа и комплексных решений в соответствии с экономическими условиями [2,3,5].

Под рекреационным земельно-имущественным комплексом в данной статье подразумевается совокупность земельного участка, объектов недвижимости и инженерной инфраструктуры, предназначенных для организации отдыха, лечения и туризма.

Данные Росреестра показывают, что в 2024 году земли рекреационного назначения входящие в состав категории земель особо охраняемых территорий и объектов занимают 493,96 гектаров (рис.1)[7].

По состоянию на начало 2019 года, общая площадь рекреационных зон в Пензенской области составляла более 56,9 тысяч гектаров. Эта цифра включает около 8 тысяч гектаров в составе resort-зон (санатории, дома отдыха), более 6 тысяч гектаров — санитарно-защитных зон и более 40 тысяч гектаров — рекреационных или досуговых зон, таких как лесные парки и городские леса[6,7,9]. Хотя прямое сравнение этих цифр затруднено из-за разных методологий учета, они свидетельствуют о наличии в регионе значительных земельных ресурсов, потенциально пригодных для развития индустрии отдыха и туризма.

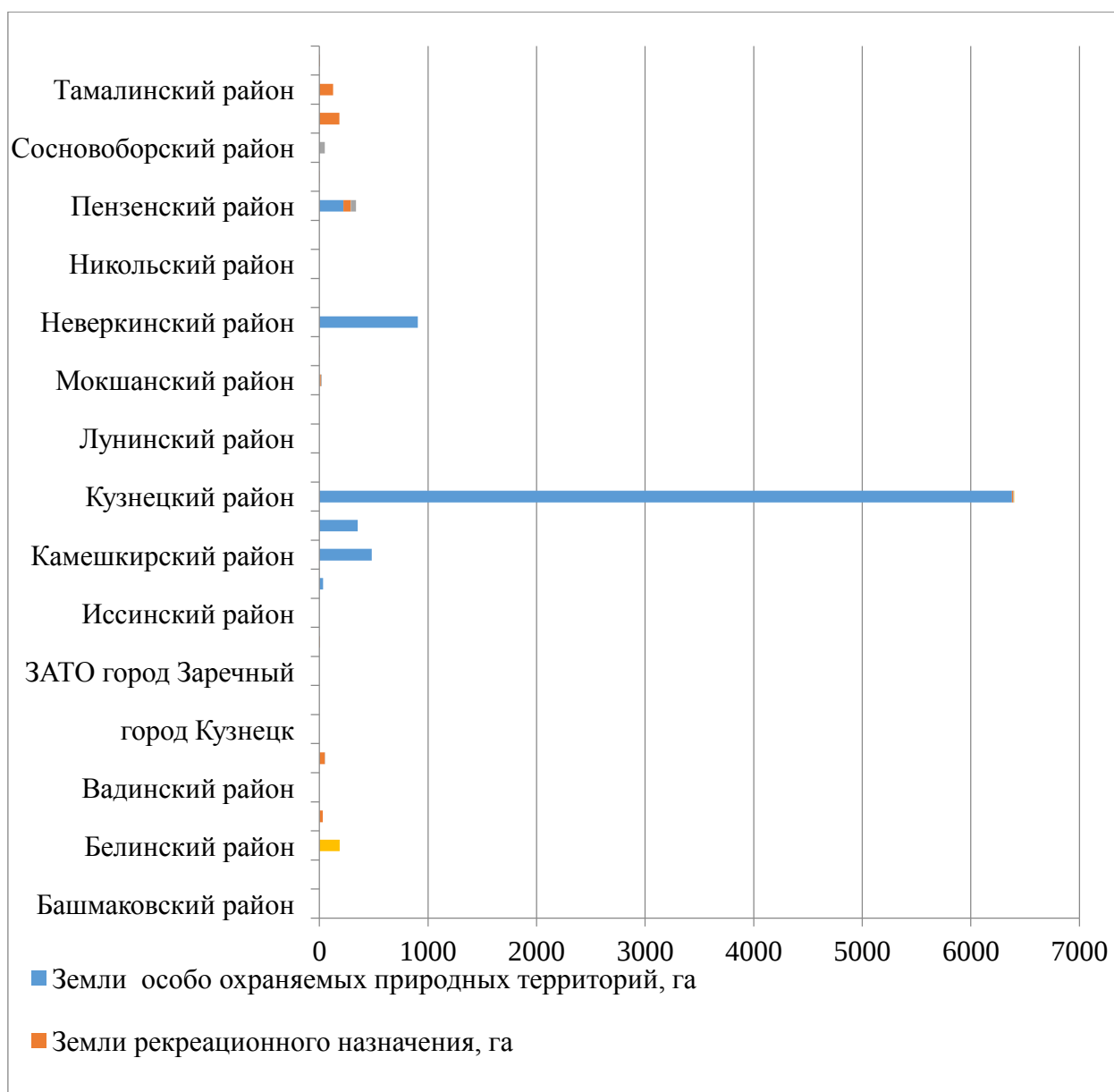


Рис. 1. Распределение земель рекреационного назначения на территории Пензенской области

Согласно Схеме территориального планирования Пензенской области, утвержденной в 2012 году, было выделено 197,2 тыс. га территорий, благоприятных для развития отдыха и санаторного лечения, и предложено создать 34 рекреационные зоны многофункционального использования общей площадью 34,3 тыс. га [1,8,7]. Это говорит о том, что плановое освоение данных земель является частью долгосрочной стратегии развития региона. Географическое распределение рекреационных земель демонстрирует явную поляризацию. Наибольшая концентрация площадей сосредоточена в Кузнецком районе.

По данным официальной статистики в 2024г. в Пензенской области, насчитывалось 170 коллективных средств размещения (КСР), в т.ч. 9 санаторно-курортных организаций. За 5 лет наблюдается положительная динамика коллективных средств размещения по области (рис.) [7,10].

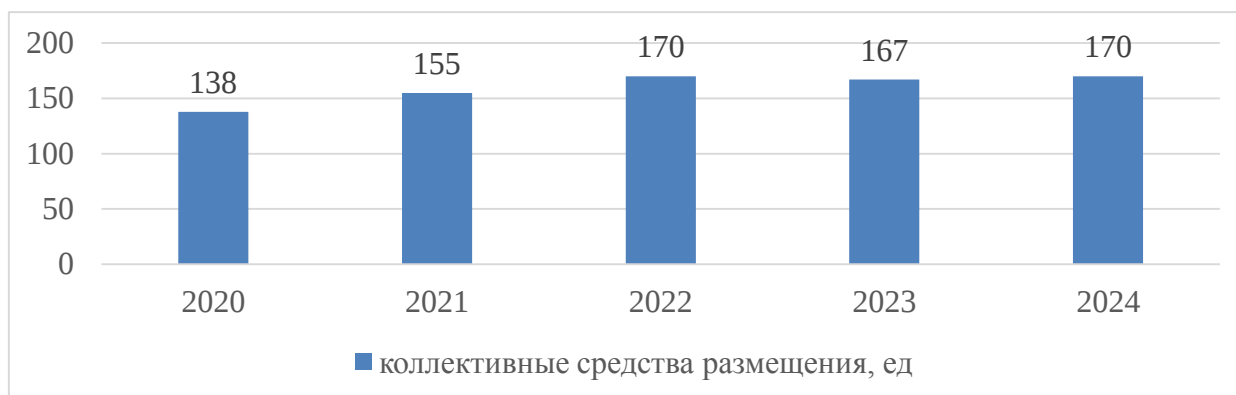


Рис. 2. Количество коллективных средств размещения в Пензенской области

Несмотря на наличие всех необходимых компонентов, инфраструктура и ее качество пока не соответствуют масштабу имеющегося потенциала. По данным Росстата в 2025г. В Пензенской области в коллективных средствах размещения размещено 449548 человек (всего лишь 10 место в Приволжском федеральном округе) [7]. Качество услуг остается проблемой. Только 128 средств размещения прошли государственную классификацию, причем большинство из них имели низкий рейтинг, что свидетельствует о недостаточном качестве обслуживания и несоответствии стандартам. Показатели посещаемости также неоднозначны. С одной стороны, зафиксирован значительный рост числа лиц, остановившихся в коллективных средствах размещения: с 195288 человек в 2020 году до 449548 в 2025 году [7]. С другой стороны, общее число туристических поездок в 2022 году составило 357000, что значительно ниже показателей соседних регионов, а общее количество туристов в регионе оценивается в 500 тысяч человек в год, что является скромным показателем для региона такого масштаба.

Санаторно-курортный комплекс только начинает адаптироваться к современным рыночным условиям. В советское время санаторный отдых был предназначен для всех трудящихся граждан и финансировался государством. Даже 2002 года мы видим существенное сокращение с 22 ед. до 9 ед. по области. Многие сохранившиеся на сегодняшний день санатории требуют модернизации и реновации.

Транспортная доступность является одним из ключевых преимуществ Пензенской области. Регион расположен на пересечении семи транспортных коридоров и хорошо связан с соседними областями федеральными автомобильными (М-5 «Урал», 1Р 158, 1Р

208, 1Р 209) и железнодорожными трассами. Это обеспечивает удобный доступ для автомобилистов, что особенно важно для молодой аудитории, предпочитающей самостоятельные путешествия.

Таблица 1

Расстояние от областного центра до центра района, км

| Районы              | Центр               | км  | Районы                 | Центр            | км  |
|---------------------|---------------------|-----|------------------------|------------------|-----|
| Башмаковский район  | пгт Башмаково       | 169 | Малосердобинский район | с. Малая Сердоба | 118 |
| Бековский район     | пгт Беково          | 159 | Мокшанский район       | пгт Мокшан       | 40  |
| Белинский район     | г. Белинский        | 126 | Наровчатский район     | с. Наровчат      | 146 |
| Бессоновский район  | с. Бессоновка       | 17  | Неверкинский район     | с. Неверкино     | 166 |
| Вадинский район     | с. Вадинск          | 213 | Нижнеломовский район   | г. Нижний Ломов  | 109 |
| Городищенский район | г. Городище         | 50  | Никольский район       | г. Никольск      | 111 |
| Земетчинский район  | пгт Земетчино       | 212 | Пачелмский район       | пгт Пачелма      | 144 |
| Иссинский район     | пгт Исса            | 90  | Пензенский район       |                  | 0   |
| Каменский район     | г. Каменка          | 78  | Сердобский район       | г. Сердобск      | 110 |
| Камешкирский район  | с. Русский Камешкир | 108 | Сосновоборский район   | пгт Сосновоборск | 102 |
| Кольшлейский район  | пгт Кольшлей        | 73  | Спасский район         | г. Спасск        | 164 |
| Кузнецкий район     | г. Кузнецк          | 123 | Тамалинский район      | пгт Тамала       | 177 |
| Лопатинский район   | с. Лопатино         | 103 | Шемышейский район      | пгт Шемышейка    | 51  |
| Лунинский район     | пгт Лунино          | 51  |                        |                  |     |

Из Москвы до Пензы можно добраться за 1,5 часа на самолете, за 9 часов на автомобиле или за одну ночь поездом. Такая связь позволяет рассматривать область как направление для выходного дня или недельной поездки. Однако существуют и серьезные ограничения.

Авиасообщение с регионом крайне ограничено: действуют рейсы только в Москву (в «Домодедово» и «Шереметьево»), Минводы, а также организована продажа билетов в Сочи.

Прямых рейсов в Санкт-Петербург нет, хотя перевозчики планируют их запуск. Это снижает привлекательность региона для дальних путешественников. Автотранспортное сообщение, которое является основным видом транспорта для жителей других муниципальных образований, сталкивается с рядом системных проблем: операция поддерживается некоммерческими организациями, которые несут коммерческие риски, отсутствует диспетчерское управление, тарифы не регулируются, низка технологическая эффективность мониторинга и плохая информационная поддержка для пассажиров. Эти недостатки могут серьезно затруднять передвижение внутри самого региона и снижать его привлекательность для массового туриста.

Ко многим перспективным рекреационным территориям отсутствуют подъездные пути или находятся в неудовлетворительном состоянии.

Также на сельских территориях имеется дефицит мощностей электросетей, газа, водоснабжения.

На основе анализа нормативно-правовых документов, статистических данных, государственного доклада о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды представлен комплексный SWOT- анализ (таб.2).

Таблица 2

SWOT- анализ развития инфраструктуры рекреационного земельно-имущественного комплекса на территории Пензенской области *(составлена автором)*

| <i>S – сильные стороны</i>                                                                                                                                       | <i>W-слабые стороны</i>                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Богатый природно-ресурсный потенциал (благоприятные климатические условия и экологическая обстановка, 91 ООПТ, живописные ландшафты, водоемы, лесные массивы) | 1. Неравномерное размещение инфраструктуры (большинство объектов размещено в городах, сельские территории слабо освоены)) |
| 2. Богатое культурно-историческое наследие (более 1500 объектов истории, культуры,                                                                               | 2. Недостаточная                                                                                                          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>архитектуры и искусства, из них 1092 находятся под государственной охраной); три усадебных комплекса федерального значения: «Усадьба Тарханы» (Белинский район), «Усадьба Надеждино (Куракина)» (Сердобский район) и «Усадьба Голицыных» (Тамалинский район); родина выдающихся деятелей культуры, как Михаил Лермонтов, Александр Куприн, Николай Радищев и др.))</p> <p>3. Выгодное географическое положение (В центре Европейской части России, близость к крупным транспортным коридорам)</p> <p>4. Наличие существующей инфраструктуры (170 коллективных средств размещения, развитие глэмпингов и баз отдыха)</p> <p>5. Нормативно-правовая поддержка (Стратегия развития туризма в Пензенской области на период до 2035 года)</p> <p>6. Высокий кадровый потенциал (наличие профильных вузов и других образовательных учреждений)</p> | <p>сформированность туристического продукта</p> <p>3. Неудовлетворительное состояние объектов культурного наследия</p> <p>4. Отток квалифицированных специалистов в другие регионы</p> <p>5. Финансовые ограничения</p>                                                                                         |
| <i>О-возможности</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Т-угрозы</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>1. Кластерное развитие</p> <p>2. Государственно-частное партнерство</p> <p>3. Использование цифровых сервисов</p> <p>4. Развитие сельского и экологического туризма</p> <p>5. Межрегиональное сотрудничество</p> <p>6. Развитие государственных программ и налогового стимулирования деятельности</p> <p>7. Внедрение системы государственной классификации для всех средств размещения для повышения качества услуг</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>1. Сокращение численности населения, миграционный отток молодежи и квалифицированных кадров</p> <p>2. Антропогенная нагрузка на рекреационные зоны при неконтролируемом развитии туризма</p> <p>3. Рост стоимости строительства и инфраструктуры</p> <p>4. Конкуренция за туристические потоки с другими</p> |

|  |                                                         |
|--|---------------------------------------------------------|
|  | регионами                                               |
|  | 5. Нормативно-правовые ограничения                      |
|  | 6. Износ инженерных коммуникаций в сельских территориях |

Таким образом, инфраструктура информационного обслуживания существует и развивается, однако для дальнейшего роста необходимо повысить ее экспертизу, внедрить систему государственной классификации для всех средств размещения для повышения качества услуг, а также активнее использовать цифровые каналы для продвижения комплексных туристических продуктов.

### ***Библиографический список литературы:***

1. Об утверждении государственной программы Пензенской области "Развитие культуры и туризма Пензенской области Постановление Правительства Пензенской области от 22 октября 2013 года N 783-пП// СПС «Консультант Плюс».
2. Об утверждении Стратегии развития туризма в Пензенской области на период до 2035 года Распоряжение Правительства Пензенской области от 29 октября 2021 года N 625-рП// СПС «Консультант Плюс».
3. Антропов Д.В. Формирование эколого-рекреационного каркаса Ивановской области // Международный сельскохозяйственный журнал //Д.В.Антропов, А.В. Фомина — 2019. — № 4. — С. 33–37.
4. Государственные доклады о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Пензенской области (2018-2021гг.) [Электронный ресурс] / Министерство природных ресурсов и экологии Пензенской области. – Режим доступа: <http://minleshoz.pnzreg.ru/osnovnye-napravleniya/prirodnye-resursy-i-normirovanie/ezhegodnye-gosudarstvennyye-doklady-ob-okhrane-okruzhayushchey-sredy/> (дата обращения: 09.02.2025).
5. Муслимова А.В.О некоторых аспектах развития сферы рекреации и туризма в современных условиях // Самоуправление.// А.В. Муслимова, Д.В. Давлетшин, Б.В. Карцев 2024. № 3 (142). С. 49-51.
6. Новикова В. И. Составляющие территориальной рекреационной системы: определение, классификация. — электронный // Псковский регионологический журнал //В. И. Новикова - 2013. №16.

7. Официальная статистика // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пензенской области. 2026 [Электронный ресурс]. URL: [https://58.rosstat.gov.ru/retail\\_public\\_services\\_tourism](https://58.rosstat.gov.ru/retail_public_services_tourism) (дата обращения: 25.01.2026).

8. Преображенский, В.С. Теория рекреалогии и рекреационной географии: монография / В.С. Преображенский, И.В. Зорин, В.А. Квартальнов, Ю.А. Веденин. – М.: Мысль, 1992. – 198 с.

9. Туризм // Федеральная служба государственной статистики. 2026 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rosstat.gov.ru/statistics/turizm> (дата обращения: 25.01.2026).

10. Чурсин А.И. Использование зон особо охраняемых территорий в земельном фонде Пензенской области // Современные научные исследования и инновации // А.И. Чурсин, Т.Г. Аширова, И.И. Абдразакова 2018. № 5 (85). С. 55.

**ПРОБЛЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАБРОШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ПРИМЕРЕ  
ЗАТО ЗАРЕЧНЫЙ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Хаметов Тагир Ишмуратович**

*доктор экономических наук, профессор*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: hametovt@mail.ru*

**Краснова Анастасия Игоревна**

*студент*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: krasnova\_an@list.ru*

**THE PROBLEM OF USING ABANDONED LAND: THE CASE OF ZARECHNY IN  
PENZEN REGION**

**Khametov Tagir Ishmuratovich**

*doctor of Economics, Professor*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: hametovt@mail.ru*

**Krasnova Anastasia Igorevna**

*student*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: krasnova\_an@list.ru*

**Аннотация:** решение проблемы заброшенных территорий является критически важным для современного города. Исследованы пути решения заброшенных территорий за рубежом и в России с применением ревитализации, рефункционализации и реновации. В данной работе проанализированы заброшенные территории в ЗАТО Заречный Пензенской области и на этой основе предложен вариант ревитализации территории. Рекомендуется концепция создания сенсорного сада.

**Ключевые слова:** неиспользуемые территории, ревитализация, рефункционализация, реновация, сенсорный сад.

**Abstract:** solving the problem of abandoned territories is critical for a modern city. The article explores the solutions to abandoned territories abroad and in Russia using revitalization, refunctioning, and renovation. This work analyzes the abandoned territories in Zarechny, Penza Oblast, and proposes a revitalization option. The article recommends the creation of a sensory garden.

**Key words:** unused territories, revitalization, refunctionization, renovation, sensory garden.

Историческое развитие влечёт за собой не только изменение внешнего облика города, но и трансформацию его функциональных характеристик. В прошлом значительная часть городов выполняла роль промышленных центров и их развитие сопровождалось ростом числа промышленных предприятий. В современных условиях множество заводов и фирм утратило первоначальное назначение вследствие экономической нерентабельности и перестало быть востребованным на рынке труда и производства. Заброшенные промышленные объекты создают визуально дисгармоничные зоны, выделяясь на фоне городской застройки как «серые пятна» [1].

Сейчас заброшенные территории представляют собой не только промышленные здания, но и территории зданий, которые раньше выполняли социально-культурные, административные, транспортные и иные функции: бывшие школы и больницы, кинотеатры, вокзалы, военные объекты, общежития, спортивные комплексы и т. д.

Заброшенные территории (поселения) могут возникать по разным причинам связанными с экономическими, природными, социальными или политическими факторами. Не менее значимы правовые и инфраструктурные причины. Среди них — споры о собственности и сложности с переоформлением прав на землю, из-за чего освоение участков затягивается или становится невозможным. К заброшенности приводят и градостроительные изменения: например, корректировка генеральных планов развития города, смещение центров активности, развитие транспортной сети в обход прежних узлов.

Понимание факторов, приводящих к появлению заброшенных участков, позволяет обратиться к опыту предшествующих исследований: учёные и практики уже не раз анализировали подобные территории и разрабатывали модели их эффективного вовлечения в городскую жизнь.

К примеру, предлагается **рефункционализация** — это реконструкция зданий и сооружений с изменением функции, т.е. того назначения, которое вызвало причину строительства. Процесс включает в себя преобразование объекта для нового назначения, практической и общественной ценности в структуре города.

Смена функции территории позволит правильно воспользоваться заброшенными промышленными комплексами в современном развивающемся городе. Единственная проблема, возникающая при рефункционализации — это очистка от промышленных загрязнений.

Также имеет место быть ревитализации. **Ревитализация** обозначает воссоздание и включение территорий, утративших свою первоначальную функцию, в социально

активное пространство города. Распространенным направлением ревитализации является изменение промышленных территорий и построек с созданием новых функциональных типов. Цель ревитализации – восстановить заброшенную (деградирующую) местность, «вдохнуть» в нее новую жизнь [2].

Ревитализация сегодня становится эффективным инструментом для реализации проектов по «оживлению» территорий. Такой подход должен обеспечивать баланс между перестройкой и мнением заинтересованных сторон, в том числе населения. Территории ревитализации с заменой функций также отличаются и по типологическому признаку. На месте бывших промышленных зон появляется жилая застройка, общественно-деловая зона, рекреационные общественные пространства. Однако, во многих городах данный процесс «буксует», сталкивается с большими трудностями и еще далеко не завершен.[2].

Многие предлагают *реновацию* территории с помощью озеленения. Во многих городах, включая Москву и Санкт-Петербург, принята программа реновации жилищного строительства, на которую выделены немалые средства. Цель – сделать городскую среду комфортной для жизни человека, реконструировать территорию. Осуществляется снос или капитальный ремонт аварийного жилья, облагораживаются дворы, строятся детские площадки, оборудуются парковки и др. Значительную роль играет создание «зеленой» зоны, путем посадки деревьев, разбивки цветников, обустройства аллей. Окультурить, превратить заброшенную территорию в цветущий сад – одна из задач реновации городской среды[3].

У каждой стратегии есть весомые преимущества. Рефункционализация позволяет экономить ресурсы за счёт использования существующих строений, сохраняет историко-архитектурное наследие и может стать драйвером креативной экономики. Ревитализация улучшает экологическую обстановку, повышает качество жизни населения и создаёт общественные пространства, востребованные жителями. Реновация обеспечивает долгосрочную устойчивость территории: повышает её инвестиционную привлекательность, снижает эксплуатационные издержки и отвечает современным стандартам безопасности и комфорта. В совокупности меры способствуют сокращению «серой зоны» заброшенных земель, снижают нагрузку на неосвоенные территории и стимулируют местную экономику.

Примеры успешных практик по преобразованию заброшенных территорий представлены в таблице 1, из которой видно, что за рубежом и в России имеется успешная практика по реновации, рефункционализации и ревитализации заброшенных и неиспользуемых земельных участков. Наиболее частый объект данных работ выступает в виде промышленных зон. Одна коревитализация, реновация и рефункционализация не

ограничиваются бывшими промышленными зонами — они охватывают широкий спектр городских объектов.

Таблица 1

Примеры успешных практик по преобразованию заброшенных территорий

| Ревитализация                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Комплекс газгольдеров, Вена</b></p> <p>Расположенные в городе четыре бывших газгольдера были построены в 1896-1899 гг. В 1969-1978 гг. газгольдеры были закрыты, а в 1999-2001 гг. перестроены под многофункциональные комплексы. Внутреннее пространство газгольдеров напоминает поселок или свой город в городе с общежитием для студентов, кинотеатром и большим концертным залом.</p> |    |
| Рефункционализация                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                      |
| <p><b>GrunerlokkaStudenthus (Осло, Норвегия)</b></p> <p>Зерновой элеватор высотой 53 метра с 21 силосным корпусом в 1999 году превратили в студенческое общежитие. На первых этажах находятся общественные помещения и музей, на трёх последних — эксплуатируемая кровля и террасы, доступные всем жителям комплекса. В рабочем корпусе устроен лестнично-лифтовой узел и 22 дуплекса.</p>      |  |
| Реновация                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                      |
| <p><b>Завод «Арма» (Москва)</b></p> <p>Бывший промышленный комплекс превращён в культурный и деловой кластер с арт-галереями, выставочными пространствами, творческими студиями, ресторанами и кафе.</p>                                                                                                                                                                                        |  |

Каждый город отличается друг от друга по числу жителей, территориальному расположению и финансовым возможностям. Исходя из этого, несмотря на все различия,

город должен быть комфортным для проживания. В связи с этим, для оценки динамики изменений Минстроем России был разработан специальный индекс, который оценивает качество городской среды. Индекс помогает городам становиться лучшей версией себя благодаря множеству характеристик и показателей, по которым можно и нужно развиваться. Он рассматривает города комплексно, не создавая конкуренции, но направляя работу по благоустройству в нужное русло.

Индекс города представляет собой цифровое значение в баллах, отражающее состояние городской среды. Ежегодно Минстрой России проводит исследование и составляет статистику «Индекс качества городской среды в разрезе городов и субъектов Российской Федерации». Динамику изменения индекса в Пензенской области с 2018 по 2024 год можно увидеть на рисунке 1.

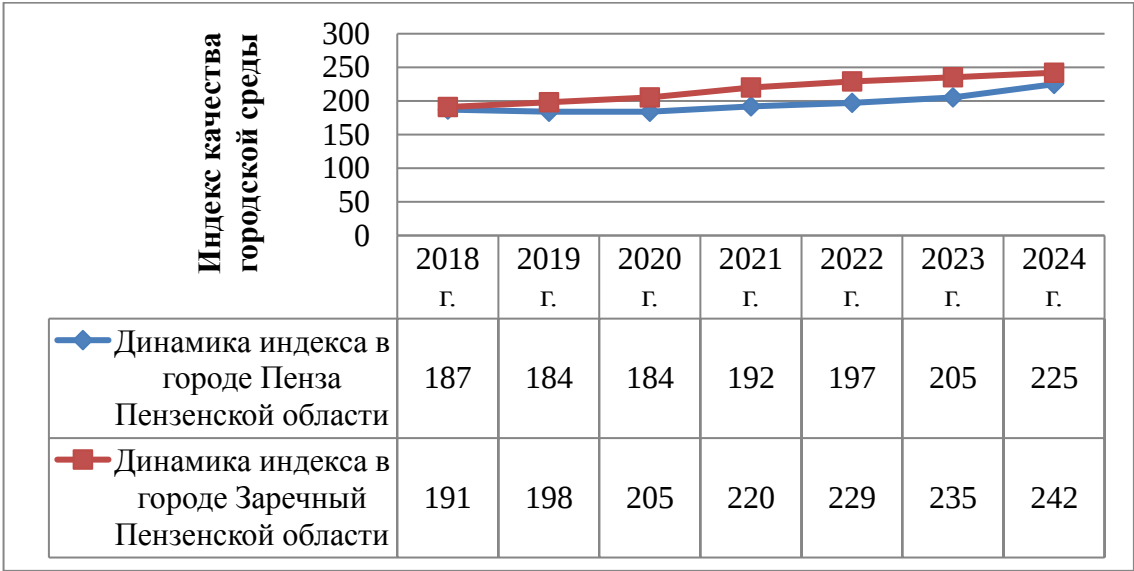


Рис. 1. Индекс качества городской среды Пензенской области

По результатам оценок за 2024 год Пенза набрала 225 баллов из 360 возможных. Это на 20 пунктов выше, чем за год до этого, в 2023-м, а город Заречный набрал 242 балла из 360 возможных, что на 7 пунктов выше, чем за предыдущий год. Лучшим же городом Пензенской области по оценке специалистов остаётся Заречный, который набрал 242 балла.

В ходе визуального осмотра на карте города Заречный были обозначены некоторые заброшенные участки. Была составлена экспликация найденных заброшенных объектов (таблица 2).

Таблица 2

## Экспликация заброшенных территорий

| №<br>п/п | Адрес                                                                  | Кадастровый<br>номер | Площадь      | Форма<br>собственности |
|----------|------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------|------------------------|
| 1        | город Заречный, улица<br>Спортивная, земельный<br>участок 3Б           | 58:34:0010101:4      | 3 856 кв. м  | Муниципальная          |
| 2        | город Заречный, проспект<br>Мира, земельный участок 7В                 | 58:34:0010116:26     | 3 539 кв. м  | Муниципальная          |
| 3        | город Заречный, проспект 30-<br>летия Победы, земельный<br>участок 11А | 58:34:0010102:4      | 3 860 кв. м  | Муниципальная          |
| 4        | г Заречный, пр-кт Мира, з/у<br>26                                      | 58:34:0010102:1586   | 25 315 кв. м | Муниципальная          |

Исследуемые земельные участки содержат различные заброшенные строения. Отмечается частичное загрязнение территории — в основном из-за того, что люди выбрасывают здесь мелкий мусор. Участки частично заросли: дикая трава и кустарники, строения подверглись «искусству вандализма». Часть объектов доступна для свободного посещения, отдельные строения ограждены забором, что ограничивает доступ к ним.

Одним из перспективных решений данной проблемы выступает преобразование подобных пространств в рекреационные объекты с акцентом на комплексное оздоровление городской среды и повышение качества жизни населения. Опираясь на опыт [5] уже реализовавшихся проектов, предлагается обустройство мини сенсорного парка в городе Заречный Пензенской области представляющего собой специально организованное рекреационное пространство, созданное для стимуляции и обогащения ощущений.

Парк будет реализован на неиспользуемой заброшенной территории. Наиболее привлекательны территории для строительства по адресу: улица Спортивная, земельный участок 3Б или проспект Мира, земельный участок 7В. Выбор был основан на том, что рядом с первым земельным участком находится парк культуры и досуга им. М.Ю.Лермонтова, территория земельного участка раньше представляла собой зону для открытого цирка-шапито. Второй земельный участок представлял собой детский сад, сейчас данная территория полностью в ветхом состоянии, рядом находится общеобразовательная школа и медсанчасть №59. Концепция парка состоит из 3 зон (осознание, обоняние и зрение). Визуальный коллаж представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Визуальный коллаж сенсорного парка

Для зоны осязания предлагается:

- Дорожка с разными покрытиями (5–7 сегментов): мягкий мох, гладкие камни, мелкий песок, древесная кора, галька, резиновые шипы, искусственная трава.
- Живой уголок с растениями, приятными на ощупь: овечьи ушки (*Stachysbyzantina*), папоротник, мята, лаванда, бархатцы
- Интерактивная зона с кинетическими скульптурами, которые можно вращать и трогать.

Для зоны обоняния:

- Цветочные клумбы с ароматными растениями, цветущими в разное время года: весна: гиацинты, нарциссы, тюльпаны; лето: лаванда, тимьян, розмарин, шалфей, душистый горошек; осень: хризантемы, астры, мята.
- Пряная грядка с кулинарными травами: базилик, орегано, мелисса, котовник

Для зоны зрения:

- Цветные тоннели из полупрозрачных панелей разных оттенков — при прохождении меняется освещение
- «Солнечные ловушки» — подвесные мобили из стеклянных призм, создающих радужные блики

Зоны в сенсорном парке можно не только разделять, но и гибко менять местами, а также совмещать, создавая мультисенсорные пространства. Это позволяет адаптировать парк под разные задачи, возрастные группы или сезонные изменения, а также усилить воздействие на посетителей за счёт одновременной стимуляции нескольких органов чувств.

В ходе исследования были рассмотрены ключевые аспекты проблемы заброшенных и неиспользуемых территорий, а также предложены практические решения для их

преобразования на примере ЗАТО Заречный Пензенской области. Реализация на практике создания сенсорного сада будет способствовать повышению экономической эффективности использования земли на рассматриваемой территории, то есть получения дохода в местный бюджет в виде налога на недвижимость. Вместе с тем, важным фактором является и достижение социально-экономической, экологической эффективности используемой территории земельного участка. Сенсорный сад позволит создать благоприятные условия для психологического и физиологического здоровья и отдыха населения.

#### ***Библиографический список литературы:***

1. Таразанова Ю.Е. Прошлые, настоящее и будущее «заброшенных» промышленных территорий в современном городе. URL: <https://scienceforum.ru/2016/article/2016026666>
2. Храмцов А. Б., Порошин О. С. Зарубежные и отечественные практики ревитализации заброшенных промышленных зон города: направления и перспективы URL: <https://doi.org/10.29039/2308-0191-2023-11-4-14-14>.
3. Реновация заброшенных территорий через озеленение // Зона Газона URL: <https://zonagazona.ru/info/renovatsiya-zabroshennykh-territoriy-cherez-ozelenenie>
4. Что такое сенсорный сад и зачем обустраивать его на собственной даче // Идеи вашего дома URL: <https://www.ivd.ru/dacha-i-sad/landsaft/chto-takoe-sensornyj-sad-i-zachem-obustraivat-ego-na-sobstvennoj-dache-48571>
5. Вукович Н.А. Мировая практика создания сенсорных садов// Сенсорные сады: теория и практика – Ridero, М; 2019.

**УДК 336.64**

**АНАЛИЗ ДЕЛОВОЙ АКТИВНОСТИ В СТРОИТЕЛЬНОМ БИЗНЕСЕ**

*Джевицкая Екатерина Сергеевна*  
кандидат экономических наук, доцент кафедры "Менеджмент"  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»  
e-mail: des1378@rambler.ru

**ANALYSIS OF BUSINESS ACTIVITIES IN THE CONSTRUCTION BUSINESS**

*Dzhevitskaya Ekaterina Sergeevna*  
associate Professor of Management  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»  
e-mail: des1378@rambler.ru

**Аннотация:** в статье представлены результаты исследования деловой активности организаций в сфере строительства. Проведен анализ деловой активности строительных организаций, представлены направления повышения деловой активности строительных организаций.

**Ключевые слова:** строительная организация, деловая активность.

**Abstract:** this article presents the results of a study of the business activity of construction organizations. An analysis of the business activity of construction organizations is conducted, and areas for improving their business activity are presented.

**Key words:** construction organization, business activity.

Строительный бизнес играет ключевую роль в развитии экономики любой страны. Он не только формирует материальную инфраструктуру — жилые дома, промышленные объекты, дороги и социальные учреждения, — но и выступает важным индикатором общей деловой активности в экономике. Уровень деловой активности строительных компаний является отражением состояния инвестиционного климата, платежеспособного спроса населения и эффективности государственного регулирования.

Высокая деловая активность свидетельствует о стабильном развитии отрасли, способности компаний адаптироваться к рыночным условиям и эффективно использовать

ресурсы. Низкая активность, напротив, указывает на экономические трудности, снижение спроса и инвестиционной привлекательности.

Строительный бизнес тесно связан с другими отраслями экономики: производством строительных материалов, транспортом, энергетикой, банковским сектором. Рост деловой активности в строительстве стимулирует развитие смежных отраслей, способствует созданию рабочих мест и увеличению налоговых поступлений в бюджет.

Кроме того, активное строительство улучшает инвестиционный климат региона, повышает его привлекательность для бизнеса и населения. Реализация крупных строительных проектов часто становится драйвером социально-экономического развития территорий.

На уровень деловой активности строительного бизнеса влияют как внешние, так и внутренние факторы. К внешним относятся макроэкономическая ситуация, уровень процентных ставок, государственная поддержка, нормативно-правовая база и политическая стабильность. Внутренние факторы включают эффективность управления, финансовое состояние компании, кадровый потенциал, уровень технологического развития и способность внедрять инновации.

Особое значение имеет государственное регулирование, поскольку строительная отрасль тесно связана с разрешительными процедурами, градостроительной политикой и инвестиционными программами.

Для самих строительных организаций высокая деловая активность означает рост конкурентоспособности, расширение рыночной доли и повышение финансовой устойчивости. Активные компании способны быстрее реагировать на изменения спроса, внедрять современные технологии, повышать качество и снижать себестоимость строительства.

В долгосрочной перспективе это способствует формированию устойчивых бизнес-моделей, снижению рисков банкротства и укреплению репутации компании на рынке.

Целью исследования является анализ деловой активности организаций строительной сферы деятельности, обоснование и предложение направлений по ее повышению. Достижение поставленной цели опосредовано решением следующих задач исследования: изучение понятия «деловая активность организации», анализ деловой активности организаций строительной сферы, предложение направлений повышения деловой активности строительных организаций.

Теоретической основой проведенного исследования послужили научные труды современных авторов по вопросам оценки и управления деловой активностью организаций строительной сферы деятельности. Источником информации для анализа

деловой активности строительных организаций послужили официальные данные Федеральной службы государственной статистики.

В ходе проведения исследования применялись сравнительный анализ, метод обобщения, абстрактно-логический, коэффициентный, индексный методы.

Деловая активность строительного бизнеса представляет собой совокупность показателей, характеризующих интенсивность и результативность деятельности компаний отрасли. К таким показателям относятся объемы выполненных строительных работ, темпы ввода объектов в эксплуатацию, уровень инвестиций, финансовая устойчивость предприятий, занятость рабочей силы и инновационная активность.

Оборот рынка строительства в России за период 2020-2025 гг. увеличился на 94%: с 9,7 до 18,8 трлн. руб. На рост оборота существенное влияние оказали меры государственной поддержки отрасли: льготные ипотечные программы, субсидирование процентных ставок по проектному финансированию, сокращение продолжительности инвестиционно-строительного цикла, совершенствование системы технического регулирования и ценообразования, реализация проектов комплексного развития территорий, поддержка цифровизации отрасли [1]. Развитие жилищного строительства в России, которое в 2024 году составило 69% от общего объема строительного рынка, было в значительной степени обусловлено программой льготной ипотеки с господдержкой, запущенной в 2020 году. Эта программа, предлагавшая ставки от 6,5 до 8% для всех категорий граждан, спровоцировала бурный рост спроса и, как следствие, увеличение числа введенных в эксплуатацию жилых комплексов. Завершение программы в 2024 году стало переломным моментом для строительной отрасли, поскольку продажи новостроек резко сократились. В настоящее время государственная поддержка ипотеки стала более точечной, а высокая ключевая ставка ЦБ РФ (достигшая 20% к июню 2025 года) сделала рыночную ипотеку крайне невыгодной для покупателей. В ответ на эти вызовы, застройщики и банки активно разрабатывают и внедряют новые, более привлекательные ипотечные продукты. Принимая во внимание трехлетний строительный цикл, Правительство РФ уже предпринимает шаги по разработке дополнительных мер государственной поддержки, чтобы предотвратить значительное падение объемов ввода нового жилья после 2027 года [1].

Проводимый Росстатом на постоянной основе мониторинг факторов деловой активности в строительном бизнесе показал следующее. Большинство руководителей строительных организаций ежегодно прогнозируют снижение портфеля заказов (рис. 1). Индекс предпринимательской уверенности в течение пяти лет ниже нуля по причине

ожидаемого снижения портфеля заказов и ожидаемого снижения численности занятых в отрасли.

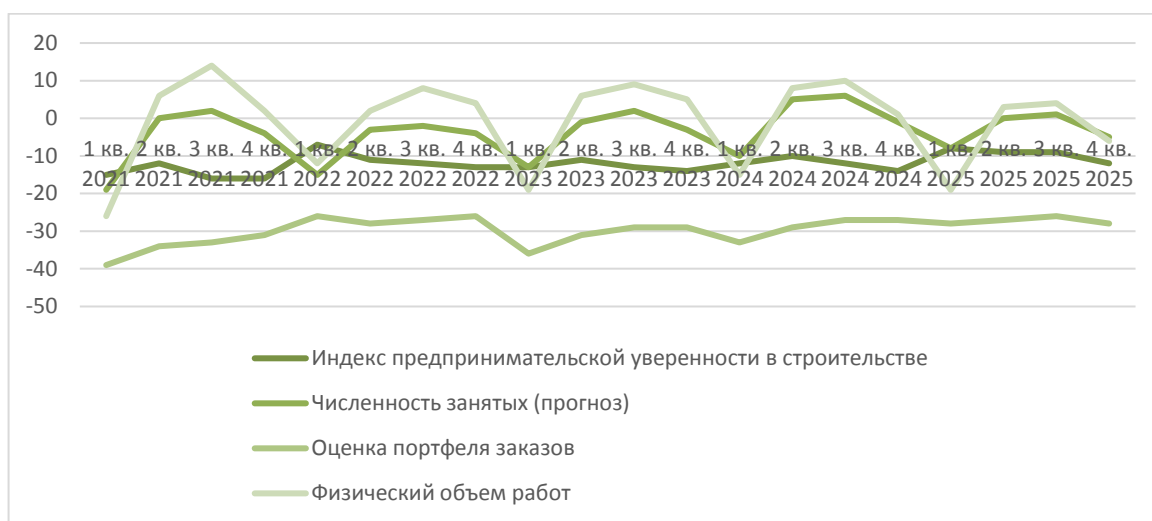


Рис. 1. Динамика индекса предпринимательской уверенности в строительстве, % [3]

Анализ динамики объема работ в текущих ценах, выполненных строительными организациями, ежегодно растет (рис. 2). Данный показатель вырос с 9,6 трлн. руб. в 2020 г. до 18,8 трлн. руб. в 2025 г.

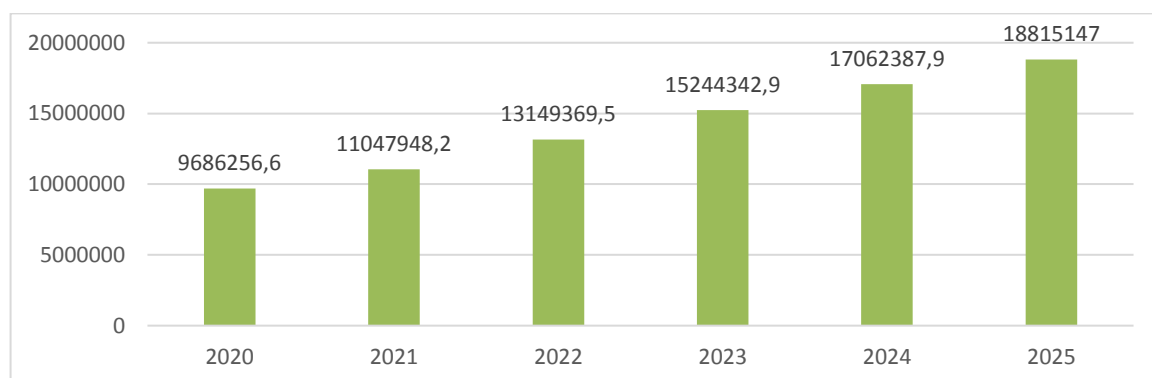


Рис. 2. Объем работ, выполненных по виду экономической деятельности "Строительство" (в фактически действующих ценах млн. руб.) [2]

Деловая активность строительной организации характеризует интенсивность ее производственно-коммерческой деятельности, скорость оборота капитала, степень загрузки производственных мощностей и результативность управления. Она проявляется через объемы выполненных строительных работ, сроки реализации проектов, финансовые результаты и положение компании на рынке.

Средний уровень использования производственных мощностей строительных организаций на конец 2025 года составил 60% (рис. 3). Причем максимальная загрузка

производственных фондов за весь период исследования (2020-2025 гг.) отмечена на уровне 66% в 2021-2022 гг.

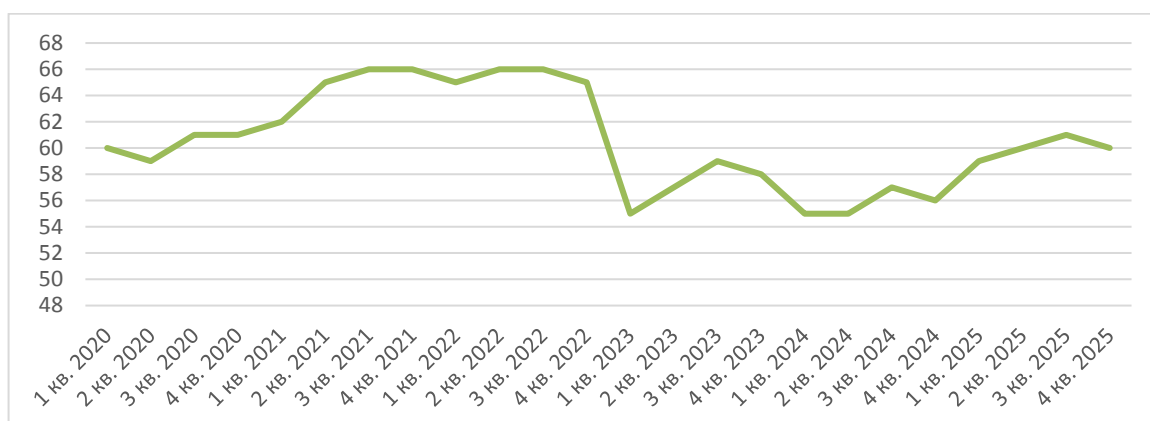


Рис. 3. Средний уровень использования производственных мощностей строительных организаций в Российской Федерации, квартальные данные (2020-2025), % [4]

Среди факторов, ограничивающих производственную деятельность 30% руководителей строительных организаций в 2025 г. отмечают высокий уровень налогов, 25% - недостаток квалифицированных работников, 17% - недостаток заказов (рис. 4). В долгосрочном периоде с 2020 г. по 2025 г. степень влияния недостатка заказов и высокого уровня налогов на уровень деловой активности оценивается руководителями строительных организаций как снижающаяся. Однако степень влияния недостатка квалифицированных кадров, по мнению респондентов, усиливается (с 15% в 2020 г. до 25% в 2025 г.).



Рис. 4. Факторы, ограничивающие производственную деятельность строительных организаций, % респондентов [3]

К внешним факторам деловой активности организаций относятся:

- Макроэкономические условия. На уровень деловой активности строительных организаций существенно влияют общее состояние экономики, темпы экономического роста, уровень инфляции, процентные ставки и доступность кредитных ресурсов. Экономический спад, как правило, приводит к сокращению инвестиций в строительство и снижению объемов работ.

- Государственное регулирование. Государственная политика в сфере строительства, включая налоговое законодательство, систему лицензирования, градостроительные нормы и программы государственной поддержки, оказывает значительное влияние на активность строительных компаний. Реализация национальных проектов и инфраструктурных программ способствует росту деловой активности отрасли.

- Инвестиционный климат. Привлекательность строительного сектора для инвесторов, уровень рисков и защищенность инвестиций определяют масштабы финансирования строительных проектов. Благоприятный инвестиционный климат стимулирует расширение деятельности строительных организаций.

- Рыночная конъюнктура. Спрос на жилую и коммерческую недвижимость, уровень конкуренции, ценовая динамика на строительные услуги и материалы напрямую отражаются на деловой активности. Снижение платежеспособного спроса приводит к замедлению оборота капитала и снижению рентабельности.

К внутренним факторам деловой активности организации относятся:

- Финансовое состояние организации. Финансовая устойчивость, ликвидность и платежеспособность являются базой для поддержания высокой деловой активности. Недостаток оборотных средств и высокая долговая нагрузка ограничивают возможности расширения деятельности.

- Эффективность управления. Качество управленческих решений, уровень планирования и контроля, а также система мотивации персонала существенно влияют на результаты деятельности. Грамотное управление способствует оптимизации затрат и сокращению сроков выполнения строительных работ.

- Техническое и технологическое обеспечение. Современное оборудование, применение инновационных строительных технологий и автоматизация процессов повышают производительность труда и конкурентоспособность строительной организации.

- Кадровый потенциал. Квалификация и опыт работников, наличие инженерно-технических специалистов и управленческого персонала определяют способность

организации эффективно реализовывать проекты и соблюдать установленные сроки и стандарты качества.

Специфика факторов деловой активности в строительной отрасли заключается в следующем. Строительство отличается высокой капиталоемкостью, длительным производственным циклом и зависимостью от сезонных факторов. Эти особенности усиливают влияние таких факторов, как доступность финансирования, погодные условия и надежность поставщиков строительных материалов.

Для строительной отрасли деловая активность имеет особое значение, так как она связана с длительными производственными циклами, высокой капиталоемкостью и зависимостью от макроэкономических факторов.

Основными направлениями повышения деловой активности в строительстве могут быть следующие:

1. Совершенствование инвестиционной политики. Одним из ключевых направлений повышения деловой активности является привлечение инвестиций. Это возможно за счет создания благоприятного инвестиционного климата, использования механизмов государственно-частного партнерства, повышения прозрачности финансово-хозяйственной деятельности строительных компаний. Рост инвестиционной активности позволяет расширять объемы строительства, внедрять современные технологии и повышать качество объектов.

2. Внедрение инноваций и цифровых технологий. Цифровизация строительной отрасли оказывает существенное влияние на рост деловой активности. Использование it-технологий, автоматизированных систем управления проектами и цифровых платформ способствует сокращению сроков строительства, снижению издержек, повышению точности планирования и контроля. Инновационная деятельность повышает эффективность использования ресурсов и конкурентоспособность строительных организаций.

3. Повышение эффективности управления. Рациональная система управления является важным фактором роста деловой активности. Совершенствование организационной структуры, внедрение проектного управления и системы контроллинга позволяют оптимизировать бизнес-процессы и повысить финансовые результаты деятельности. Особое внимание следует уделять стратегическому планированию и управлению рисками, что особенно актуально для строительных проектов с длительным сроком реализации.

4. Развитие кадрового потенциала. Кадровый фактор играет значительную роль в обеспечении деловой активности. Повышение квалификации работников, внедрение

программ обучения и мотивации персонала способствуют росту производительности труда и качеству выполняемых работ. Инвестиции в человеческий капитал позволяют строительным компаниям быстрее адаптироваться к технологическим и организационным изменениям.

5. Оптимизация финансово-экономической деятельности. Эффективное управление финансовыми ресурсами способствует ускорению оборота капитала и повышению рентабельности. К основным мерам относятся: контроль дебиторской и кредиторской задолженности, оптимизация структуры затрат, повышение ликвидности и финансовой устойчивости предприятий. Финансовая стабильность является основой для расширения масштабов деятельности и укрепления деловой репутации.

Деловая активность строительного бизнеса является важнейшим показателем состояния отрасли и экономики в целом. Она отражает уровень развития инвестиционной среды, эффективность управления и степень взаимодействия бизнеса и государства. Повышение деловой активности в строительстве способствует экономическому росту, улучшению качества жизни населения и формированию устойчивой инфраструктуры, что делает данный аспект стратегически значимым для социально-экономического развития страны.

Деловая активность строительных организаций формируется под воздействием совокупности внешних и внутренних факторов. Для ее повышения необходимо учитывать макроэкономические условия, государственное регулирование и рыночную конъюнктуру, а также уделять внимание внутренним резервам развития: финансовому состоянию, качеству управления, технологическому уровню и кадровому потенциалу. Комплексный подход к анализу и управлению факторами деловой активности позволяет строительным организациям обеспечивать устойчивое развитие и укреплять свои позиции на рынке.

Повышение деловой активности в строительстве является комплексной задачей, требующей системного подхода. Совершенствование инвестиционной политики, внедрение инноваций, эффективное управление, развитие кадрового потенциала и оптимизация финансовой деятельности способствуют устойчивому развитию строительных организаций. Реализация данных направлений позволяет повысить конкурентоспособность отрасли в целом и обеспечить ее долгосрочный экономический рост.

### ***Библиографический список литературы:***

1. Анализ строительной отрасли в России в 2020-2024 гг, прогноз на 2025-2029 гг : РБК Магазин исследований <https://marketing.rbc.ru/research/52500/> (дата обращения 04.02.2026).
2. Федеральная служба государственной статистики. Объем работ, выполненных по виду экономической деятельности "Строительство" (в фактически действующих ценах млн. рублей) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rosstat.gov.ru> (дата обращения 10.02.26).
3. Федеральная служба государственной статистики. Опережающие индикаторы в сфере строительства, квартальные данные (2006-2023) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rosstat.gov.ru> (дата обращения 10.02.2026).
4. Федеральная служба государственной статистики. Средний уровень использования производственных мощностей строительных организаций в Российской Федерации, квартальные данные (2020-2025) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rosstat.gov.ru> (дата обращения 10.02.26).

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЫНКА ЖИЛЬЯ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ И  
МАЛЫХ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТАХ: ТЕНДЕНЦИИ И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ  
НА СТОИМОСТНУЮ РАЗНИЦУ**

**Стионова Ольга Сергеевна**

*студент группы 22ЭК1 направления подготовки «Экономика»*

*Института Цифрового Управления*

*e-mail: [chudajkina-tn@list.ru](mailto:chudajkina-tn@list.ru)*

**Чудайкина Татьяна Николаевна**

*кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика, организация и  
управление производством»*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: [chudajkina-tn@list.ru](mailto:chudajkina-tn@list.ru)*

**Тархов Александр Валериевич**

*аспирант по научной специальности 5.2.3.*

*«Региональная отраслевая экономика»*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: [chudajkina-tn@list.ru](mailto:chudajkina-tn@list.ru)*

**COMPARISON OF HOUSING COSTS IN LARGE CITIES AND SMALL  
SETTLEMENTS: TENDENCIES AND FACTORS AFFECTING THE DIFFERENCE IN  
PRICES**

**Stionova Olga Sergeevna**

*student of the 22EK1 group in the field of Economics*

*Institute of Digital Management*

*e-mail: [chudajkina-tn@list.ru](mailto:chudajkina-tn@list.ru)*

**Chudaykina Tatyana Nikolaevna**

*candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics,  
Organization, and Production Management*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: [chudajkina-tn@list.ru](mailto:chudajkina-tn@list.ru)*

**Tarkhov Alexandr Valerievich**

*Postgraduate student in the scientific specialty 5.2.3.*

*"Regional Sectoral Economics"*

*Penza State University of Architecture and Construction*

*email: [chudajkina-tn@list.ru](mailto:chudajkina-tn@list.ru)*

***Аннотация:** в статье проводится сравнительный анализ стоимости жилья в крупных городах и малых населенных пунктах России. Исследуются основные тенденции и факторы, влияющие на дифференциацию цен на недвижимость в различных регионах страны. На основе статистических данных за 2019-2025 годы выявлены ключевые закономерности роста цен на первичном рынке жилья. Особое внимание уделяется*

*анализу доступности жилья и прогнозированию динамики цен в крупных и малых городах с учетом текущей экономической ситуации.*

**Ключевые слова:** *рынок недвижимости, стоимость жилья, цены на недвижимость, первичный рынок, крупные города, малые населенные пункты, динамика цен, доступность жилья.*

**Abstract:** *the article provides a comparative analysis of housing costs in large cities and small settlements of Russia. The main trends and factors influencing the differentiation of real estate prices in various regions of the country are investigated. Based on statistical data for 2019-2025, key patterns of price growth in the primary housing market have been identified. Special attention is paid to the analysis of housing affordability and forecasting price dynamics in large and small cities, taking into account the current economic situation.*

**Key words:** *real estate market, housing costs, property prices, primary market, large cities, small settlements, price dynamics, housing affordability.*

Рынок недвижимости является основой национального богатства страны и представляет интерес для всех граждан России. Вопрос о стоимости недвижимости волнует не только покупателей, но и продавцов, а также застройщиков. Стоимость жилья является одним из ключевых факторов, влияющих на выбор места проживания. Однако стоимость недвижимости сильно варьируется в зависимости от региона, что определяется уровнем развития субъекта.

В данной статье были рассмотрены тенденции и факторы, влияющие на разницу в ценах на жильё в крупных городах и малых населённых пунктах, а также проанализированы результаты анализа статистических данных по различным регионам. Был определён рейтинг доступности жилья в городах России.

В последние годы наблюдается тенденция к увеличению стоимости жилья как в крупных городах, так и в небольших населённых пунктах. Однако темпы роста могут варьироваться в зависимости от ряда факторов (рис. 1).

В целом, стоимость жилья в крупных городах обычно выше, чем в малых населённых пунктах. Это связано с тем, что крупные города обычно имеют более развитую инфраструктуру, больше рабочих мест и более высокий уровень жизни. Однако в некоторых случаях стоимость жилья в малых населённых пунктах может быть выше, чем в крупных городах. Это может быть связано с наличием природных ресурсов, развитой инфраструктурой или другими факторами. В небольших населённых пунктах стоимость

жилья может увеличиваться медленнее, но всё равно расти из-за развития инфраструктуры и улучшения уровня жизни.

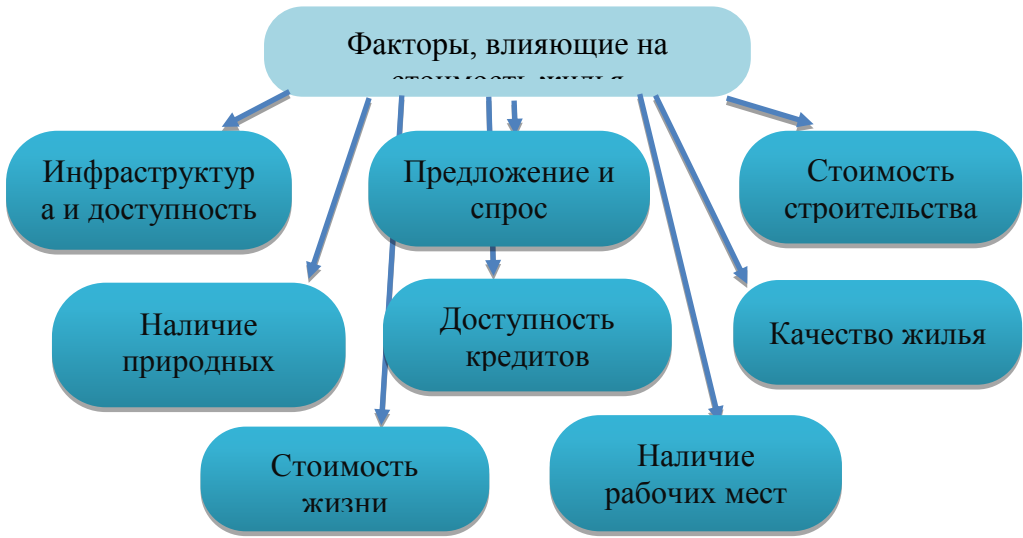


Рис. 1. Факторы, влияющие на стоимость жилья [1]

В настоящий момент по России цена одного квадратного метра в новостройках выросла вдвое, а в готовом жилье — на 70%. При этом зарплаты поднялись не так сильно — примерно на 50% (рис. 2).

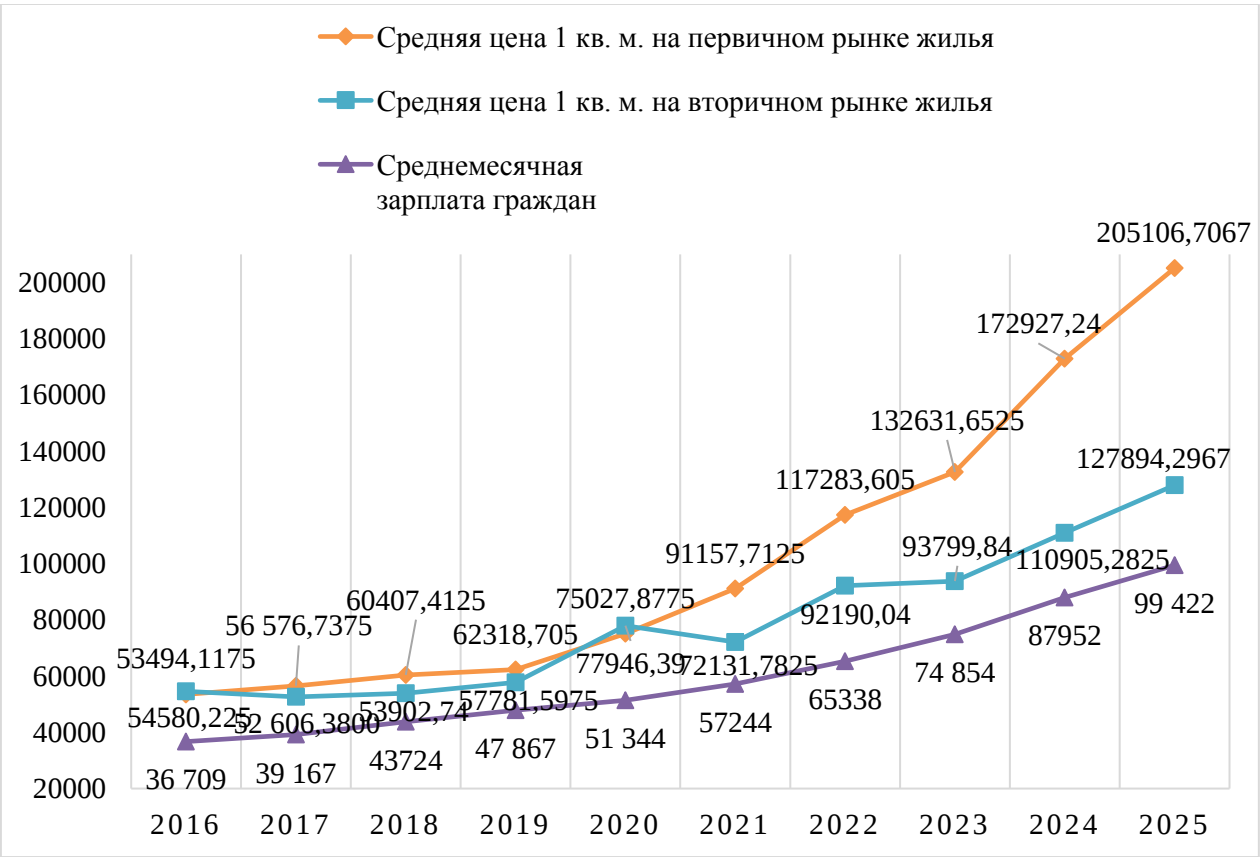


Рис. 2. Цена за 1 кв.м. на новостройку и вторичный рынок в России, среднемесячная зарплата в России в период с 2019 г. по 2025 г. [2]

По данным из графика можно сделать вывод, что в период с 2019 г. по 2025 г. изменения потерпели как цены на 1 кв.м. жилья, так и зарплаты граждан, но при этом, рост зарплат не превышает и даже не достигает уровня цен, что сказывается на покупательской способности граждан. Самый значительный рост в стоимости 1 кв. м. жилья приходится на первичный рынок в период с 2020 года по настоящее время. Данное поведение связано с экономической нестабильностью в стране (изменение ключевой ставки ЦБ РФ, повышение стоимости на сырьё и тп) и политическими «вызовами» от других стран.

Рассматривая цены на новостройки в отдельных городах России, можно выделить три группы, в которых увеличение цены было значительнее:

1. Города юга России, такие как Краснодарский край, Ставропольский край и Дагестан, стали особенно привлекательными для населения благодаря комфортному климату. Этот тренд особенно ярко проявился в 2020–2021 годах, когда пандемия коронавируса и распространение удалённого формата работы способствовали переездам и приобретению недвижимости; [3]

2. Города, которые ранее отличались наиболее доступными ценами на жильё, имеют потенциал для дальнейшего роста стоимости недвижимости, поскольку эффект низкой базы создаёт предпосылки для более значительного повышения цен;

3. Города с высокой долей промышленного сектора в экономике демонстрируют заметное увеличение стоимости жилья в 2023 году.

Сейчас наблюдается замедление темпов роста цен на рынке новостроек, что обусловлено ужесточением условий кредитования и снижением спроса. Однако, в городах, где наблюдается низкая конкуренция на рынке новостроек и недостаточное обеспечение населения качественным жильём, сохраняется потенциал для роста цен.

Так, рассмотрим соотношение средней стоимости 1 кв.м. на новостройки за 2019 гг. и 2025 гг., а также динамику за пять лет в городах России в табл. 1. [4]

Таблица 1

| Город              | Средняя цена 1 кв. м. на новостройку,<br>тыс. руб. |         | Динамика за 5 лет,<br>% |
|--------------------|----------------------------------------------------|---------|-------------------------|
|                    | 2019 г.                                            | 2025 г. |                         |
| Города-миллионники |                                                    |         |                         |
| Краснодар          | 49, 5                                              | 173,7   | 3,5                     |
| Нижний Новгород    | 65,6                                               | 237, 9  | 3,6                     |

|                                                   |       |         |      |
|---------------------------------------------------|-------|---------|------|
| Новосибирск                                       | 64,6  | 152,35  | 2,4  |
| Санкт-Петербург                                   | 124,3 | 298,7   | 2,4  |
| Москва                                            | 183,8 | 643,5   | 3,5  |
| Казань                                            | 94,8  | 272,7   | 2,9  |
| Самара                                            | 49,5  | 151, 2  | 3,05 |
| Города с населением от 500 тыс. до 1 млн. человек |       |         |      |
| Новокузнецк                                       | 37,1  | 133,2   | 3,6  |
| Саратов                                           | 32,3  | 96, 1   | 3,0  |
| Ульяновск                                         | 39,5  | 119, 8  | 3,03 |
| Иркутск                                           | 59,9  | 146, 5  | 2,45 |
| Владивосток                                       | 115,8 | 202,7   | 1,75 |
| Региональные центры от 100 до 500 тыс. человек    |       |         |      |
| Майкоп                                            | 35,5  | 128,8   | 3,6  |
| Благовещенск                                      | 60,8  | 175, 9  | 2,9  |
| Астрахань                                         | 54,4  | 178,9   | 3,3  |
| Калининград                                       | 56,2  | 141, 95 | 2,5  |
| Пенза                                             | 47,5  | 106,5   | 2,2  |
| Псков                                             | 56,6  | 89,8    | 1,6  |
| Тамбов                                            | 44,2  | 99, 1   | 2,2  |

По результатам таблицы можно сделать вывод, что наиболее значительные изменения в средней цене на 1 кв.м. на новостройку происходят в городах-миллионниках, где динамика цен за 5 лет самой наибольшей была в Краснодаре и Москве. В этих городах цены за 1 кв.м. в 2025 г. превышают 173 тыс. руб. и 643 тыс. руб. В городах с населением от 500 тыс. до 1 млн. человек самыми влиятельными к изменениям стали Новокузнецк и Ульяновск, где динамика роста цен за 1 кв.м. за пять лет составила больше 3%, а стоимость 1 кв.м. – свыше 119 тыс. руб. В другой группе городов наиболее высокая динамика роста цен была в Майкопе и Астрахани, которая составила свыше 3,3%. В Пензе же динамика роста составила 2,2%, а стоимость 1 кв.м. в 2025 г. – 106,5 тыс. руб.

Рассмотрим соотношение цен на жилье в миллионниках и их пригородах на ноябрь 2025 года (рис. 3.).

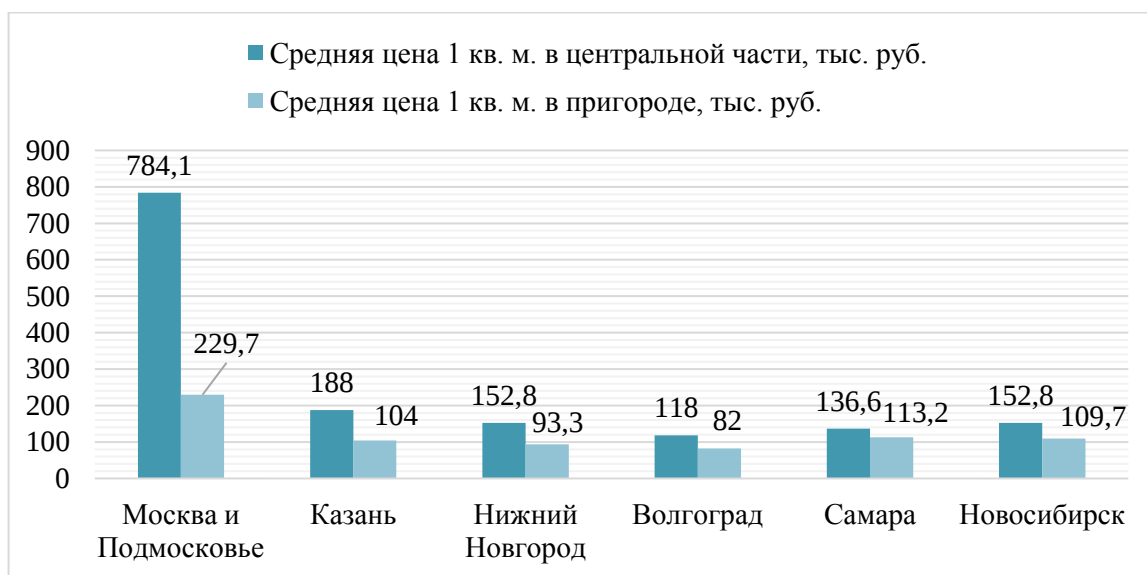


Рис. 1. Соотношение цен на жильё в миллионниках и их пригородах на ноябрь 2025г. [5]

По графику видно, что цены в пригородах меньше, чем в городах-миллионниках. Это может быть связано с рядом факторов, к которым, например, можно отнести развитую инфраструктуру в городах-миллионниках, а также повышенного спроса из-за большего количества проживающих человек, откуда и рост цен на жильё. Помимо этого, стоимость земли в пригороде будет меньше, отчего стоимость ниже, также и с экологической ситуацией.

В последнее время аналитики отмечают трансформацию потребительских предпочтений в сторону приобретения объектов недвижимости в новостройках, расположенных в пригородных районах. За последние два года жители крупных городов стали чаще выбирать жильё в новостройках, расположенных в пригородах. Особенно заметный рост спроса на такие объекты наблюдается в Челябинской и Нижегородской областях, где он увеличился на 14–16 процентных пунктов, достигнув 74% и 67% соответственно.

Наиболее высокая доля сделок с новостройками, расположенными в пригородах, отмечается в Татарстане, где она составляет 81%.

Изменение предпочтений в пользу пригородов можно объяснить привлекательностью льготной ипотеки и увеличением числа потенциальных заёмщиков. Учитывая текущую ситуацию и динамику цен, покупатели предпочитают более доступные варианты жилья в пригородах.

В 2026 году рынок новостроек в России будет испытывать влияние нескольких ключевых факторов, и динамика может различаться в крупных и малых городах. Основные тенденции связаны с экономической ситуацией, ипотечной политикой, себестоимостью строительства и объёмом предложения.

В крупных городах (Москва, Санкт-Петербург, города-миллионники) может ожидать рост цен. Ожидается более значительный рост цен по сравнению с регионами. Прогнозируемый диапазон — 7–10%.

В первую очередь это связано с Дефицитом нового предложения. Застройщики в последние годы сокращали запуск новых проектов из-за дорогого финансирования и неопределённости спроса.

Также высокий спрос на качественные квартиры в престижных районах тоже влияет на рост цен. Покупатели ориентированы на новостройки с улучшенной инфраструктурой, транспортной доступностью и современными инженерными решениями.

Увеличением себестоимости строительства тоже остаётся главным в формировании изменения цен на недвижимость. Растут цены на стройматериалы, энергоносители, затраты на труд. С 2026 года повышается НДС с 20 до 22%, что также увеличит стоимость квадратного метра.

Изменениями в семейной ипотеке непосредственно повлияют на спрос и цены. С 1 февраля 2026 года вводится правило «одна льготная ипотека на одну семью», а супруги должны выступать созаёмщиками. Это может снизить доступность льготного кредитования и сместить часть спроса на вторичный рынок [6].

В малых же городах и регионах может наблюдаться умеренный рост или стабилизация цен. В малых городах ожидается менее значительный рост цен или даже стабилизация. Это связано с:

1) Высокими ипотечными ставками. Если ставки не снизятся резко, спрос останется ограниченным.

2) Меньшим дефицитом предложения. В регионах объём строительства может быть ниже, но и спрос менее интенсивный, что сдерживает рост цен.

3) Экономической ситуацией. В малых городах доходы населения часто ниже, что ограничивает платёжеспособность.

4) Зависимость от местных факторов. В регионах с развитой промышленностью (например, связанной с обороной) и растущими зарплатами возможен более значительный рост цен. В то же время в городах с низким инвестиционным потенциалом рынок может оставаться вялым

Сейчас застройщики продолжают предоставлять скидки и проводят акций, также популярным стало предоставлять рассрочку от непосредственного застройщика, как стимуляция к покупке жилья. Данная политика непосредственно влияет на формирование цен на новые продукты.

### ***Библиографический список литературы:***

1. Мальцева, Е.В. Современные тенденции развития рынка первичного жилья в Москве / Е.В. Мальцева, Л.В. Саргина, Н.Р. Амирова // Постсоветский материк. 2024. №4 (44). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-razvitiya-rynka-pervichnogo-zhilya-v-moskve>.
2. Средние цены на первичном рынке жилья по Российской Федерации / Официальный сайт Росстата // [rosstat.gov.ru](https://rosstat.gov.ru) [Электронный ресурс] [URL: <https://rosstat.gov.ru/>]
3. Мирошниченко, М.А. Особенности и цифровая трансформация рынка недвижимости Краснодарского края / М.А. Мирошниченко, Э.А. Спичак, Р.С. Перелович // ЕГИ. 2024. №5 (55). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-i-tsifrovaya-transformatsiya-rynka-nedvizhimosti-krasnodarskogo-kрая>
4. Циан Аналитика В каких городах новостройки подорожали сильнее всего за последние пять лет / Циан // [penza.cian.ru](https://penza.cian.ru) [Электронный ресурс] [URL: <https://penza.cian.ru/stati-analitiki-nazvali-goroda-lidirujuschie-po-rostu-tsen-na-pervichku-zapjat-let-334491/>]
5. Валюх, Н. От 70 до 160 зарплат: сколько стоят однушки в крупных городах России / Н. Валюх // [journal.tinkoff.ru](https://journal.tinkoff.ru) [Электронный ресурс] [URL: <https://journal.tinkoff.ru/housing-to-salary/>]
6. Как вырастут цены на недвижимость в 2026 году и кому выгодно покупать квартиру / сравни // [sravni.ru](https://sravni.ru) [Электронный ресурс] [URL: <https://www.sravni.ru/text/kak-izmenyatsya-ceny-na-nedvizhimost-v-2026-zima/>]

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ Г. ПЕНЗА

**Тараканов Олег Вячеславович**

*профессор, доктор технических наук, декан факультета «Управление территориями»*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»*

*e-mail: tarov60@mail.ru*

**Утюгова Елена Сергеевна**

*ассистент кафедры «Кадастр недвижимости и право»*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»*

*e-mail: elena-ut1@mail.ru*

## ENVIRONMENTAL ASPECTS OF TERRITORY DEVELOPMENT: THE CASE OF PENZA

**Tarakanov Oleg Vyacheslavovich**

*professor, Doctor of Technical Sciences, Dean of the Faculty of "Territory Management"*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: tarov60@mail.ru*

**Utyugova Elena Sergeevna**

*assistant of the Department "Real Estate Cadastre and Law"*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: elena-ut1@mail.ru*

**Аннотация:** развитие городов и населенных пунктов оказывает большое влияние на формирование благоприятной и безопасной среды для проживания населения. В настоящее время городская среда подвергается влиянию различных источников загрязнения.

В данной статье рассмотрены основные экологические проблемы г. Пенза, которые оказывают влияние на жизнедеятельность населения. Основными источниками экологических проблем города является: рост объемов строительства жилья, транспортная перегруженность, размещение на территории жилых микрорайонов промышленных предприятий и др.

**Ключевые слова:** благоприятная и безопасная среда обитания, загрязнение атмосферы, качество жизни населения, жилищное строительство, развитие территорий.

**Abstract:** *the development of cities and settlements has a significant impact on the formation of a favorable and safe environment for the population. Currently, the urban environment is affected by various sources of pollution.*

*This article discusses the main environmental problems in Penza, which have an impact on the population's daily life. The main sources of environmental problems in the city include the increasing volume of housing construction, traffic congestion, the location of industrial enterprises in residential areas, and others.*

**Key words:** *favorable and safe living environment, atmospheric pollution, quality of life, housing construction, and territorial development.*

В настоящее время внимание специалистов различных отраслей направлено на формирование благоприятной экологической ситуации в городах и населенных пунктах, так как создание безопасной среды является важным фактором для проживания и жизнедеятельности населения.

Важное значение при анализе пригодных территорий для проживания имеют сведения о климатических условиях, почвенном составе, животном и растительном мире. Для градостроительной деятельности используются данные о растительном мире в городах, населенных пунктах и межселенных территориях, тенденциях его развития и изменения под влиянием производственной и сельскохозяйственной деятельности, уровне загрязнения почв, водоемов и атмосферы. [1]

Экологическая среда играет важную роль в развитии территории и ее изменения оказывают существенное влияние на жизнедеятельность населения.

Негативное влияние окружающей среды значительно ухудшает качество жизни населения, увеличивает количество заболеваний различного характера. Так же одним из негативных последствий можно считать отток населения из неблагоприятных для жизнедеятельности территорий. Данное явление может существенно повлиять на экономическое, социальное и культурное развитие таких территорий, что окажет отрицательное воздействие на развитие регионов, в состав которых входят такие города и населенные пункты.

В настоящее время во многих городах отмечается увеличение количества жилой застройки городских территорий. Кроме того, недостаток свободных территорий способствует увеличению плотности высотной застройки.

Например, в г. Пенза и Пензенской области в 2024 году застройщиками - юридическими лицами введено 211 домов и 3 117 жилых домов построено населением. Всего построено 14 499 новых квартир. За счет всех источников финансирования

организациями всех форм собственности и индивидуальными застройщиками в 2024 году введено жилых домов общей площадью 12,54 млн. м, что на 12,3% больше уровня 2023 года.

Организации-застройщики в основном специализировались на высотном домостроении – на 17-этажные и более высокие здания пришлось 73,6% общей площади введенных жилых помещений, 12–16-этажные – 24,8%. [2]

Зоны жилой застройки являются важнейшим элементом в формировании благоприятных и безопасных территорий для населения. Современная городская среда постоянно подвергается влиянию различных источников загрязнения.

Уплотнение жилой застройки приводит к проблемам улично-дорожной сети. Это связано с тем, что строительство новых жилых зданий повышает плотность жилой застройки в существующих районах, что нарушает соответствие между уровнем застройки и окружающей инфраструктурой. Такая застройка часто сопровождается такими проблемами как: нехватка парковочных мест возле домов, отсутствие дорожной развязки рядом с новыми микрорайонами, из-за чего утренние и вечерние часы пик сопровождаются большими пробками, что увеличивает продолжительность времени для поездок на работу и обратно. Скопление большого количества автомобильного транспорта увеличивает выброс автомобильных газов в атмосферу. Данная ситуация негативно отражается на экологическом состоянии города и бороться с этим практически невозможно. Кроме того, на территории Пензенской области осуществляют деятельность более 100 промышленных предприятий, функционирование которых так же оказывает негативное влияние на окружающую среду города.



Рис. 1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников по видам экономической деятельности предприятий от стационарных источников и транспортных средств[2]

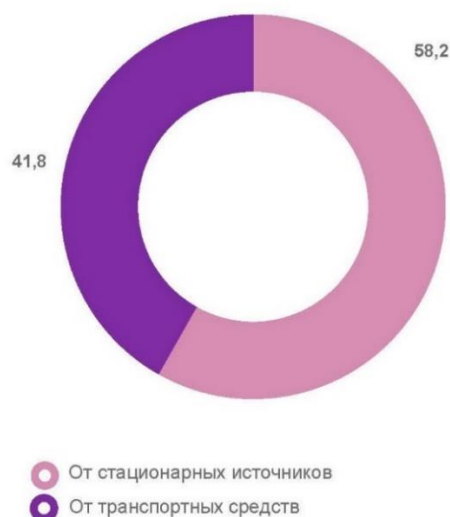


Рис. 2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу [2]

Анализ уровня загрязнения атмосферы осуществляется через определение концентрации примеси путем сравнения ее с гигиеническими нормативами.

Оценка качества атмосферного воздуха, воды и суши определяются как предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в названных средах. Нормативы ПДК различных веществ, утверждаемые Минздравом России, едины по всей стране.

По сравнению с 2022 г. в 2024 г. в г. Пенза отмечается снижение удельного веса проб атмосферного воздуха, не отвечающих гигиеническим нормативам с превышением ПДК с 0,06 % до 0 %. Одним из основных источников загрязняющих веществ является автотранспорт.[3]

Массовое развитие хозяйственной и градостроительной деятельности приводит к загрязнению окружающей среды, состояние которой можно улучшить только при реализации мероприятий, направленных на развитие рекреационных зон. К сожалению, в современных тенденциях развития города Пенза этого не наблюдается, несмотря на то, что на всех уровнях власти идет борьба за экологию. На самом деле ситуация все более обостряется.

Приведем несколько примеров. Завод «Биосинтез» - предприятие по выпуску лекарственных средств и антибиотиков находится в границах жилого микрорайона «Согласие». Хорошо известно, что микроорганизмы могут разноситься воздушными массами на многие километры от завода – изготовителя, вызывая аллергические заболевания у населения. Рациональным решением был бы вынос предприятия за пределы городской черты, но подобные мероприятия не осуществимы по ряду экономических и технических проблем. Единственным решением является создание эффективной системы

воздушных выбросов и сточных вод, что так же требует значительных материальных затрат. Подобных примеров можно привести и по другим предприятиям. Еще одна проблема города Пенза — это отсутствие комбината по уничтожению бытовых и промышленных отходов. Многие десятилетия на свалку вблизи поселка Чемодановка вывозятся тысячи тонн бытового мусора, в том числе биологического происхождения. Попытки зарыть свалку с целью рекультивации земель и перенести ее в другое место не будут иметь положительных результатов для улучшения экологической обстановки в районе поселка граничащем с г. Пенза, в следствии того, что значительная часть загрязнений попадет в многочисленные слои подземных водяных платов загрязняя и отравляя их. Подобные полигоны-свалки находятся во всех муниципальных районах Пензенской области. Вполне очевидно, что данную проблему необходимо решать другим путем, например, строительством завода по утилизации бытовых отходов.

В заключение следует отметить, что создание благоприятной и безопасной среды проживания населения является важной проблемой в развитии городских территорий. На сегодняшний день имеется ряд ключевых факторов, оказывающих влияние на экологическую обстановку города. Одним из таких показателей является соблюдение баланса между застроенными территориями (в т.ч. промышленными) и зелеными зонами. Для обеспечения такого баланса необходимо сохранять внутригородские и пригородные озелененные территории, а также минимизировать отрицательное воздействие городских свалок, выбросов предприятий и других обстоятельств на формирование экологически чистой городской среды.

#### ***Библиографический список литературы:***

1. Тараканов О.В., Утюгова Е.С., Петранина А.Д. Тенденции развития жилищного строительства и рекреационной структуры города Пенза // Образование и наука в современном мире. Инновации. № 1(44) 2023 г. С. 103-107.
2. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Пензенской области (Пензастат) // [https:// 58.rosstat.gov.ru /](https://58.rosstat.gov.ru/)
3. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Пензенской области в 2024 году» – Пенза, 2025 – 132 с.

**УДК 624.014**

**ОПТИМИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ ПРИ УСТАНОВКЕ  
ОКОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ**

**Агафонкина Наталья Викторовна**

*кандидат технических наук, доцент кафедры «ЭОиУПЭ»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»  
e-mail: aaa-nata@mail.ru*

**Гарькина Валерия Александровна**

*студент группы 24ИСТ 11м  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»  
e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

**Салтыкова Софья Алексеевна**

*студент ИПМ (бд) 01-22  
ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы  
e-mail: aaa-nata@mail.ru*

**OPTIMIZATION OF CONSTRUCTION AND INSTALLATION WORKS WHEN  
INSTALLING WINDOW STRUCTURES AT INDUSTRIAL FACILITIES**

**Agafonkina Natalya Viktorovna**

*candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of "EOiUPE"  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»  
e-mail: aaa-nata@mail.ru*

**Garkina Valeria Aleksandrovna**

*student of group 24IST 11m  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»  
e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

**Saltykova Sofia Alekseevna**

*IPM Student (Bd) 01-22  
Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia  
e-mail: aaa-nata@mail.ru*

**Аннотация:** анализируются актуальные проблемы организации и оптимизации  
строительно-монтажных работ (СМР) при установке оконных конструкций на  
промышленных объектах. Проведён анализ существующих методов монтажа, выявлены  
типичные организационные и технологические недостатки, снижающие эффективность  
производства работ. Предложены пути оптимизации технологических процессов,  
включая применение поточного метода организации монтажа, использование

*современных герметизирующих материалов и предварительной укрупнительной сборки конструкций. Приведена сравнительная таблица эффективности различных методов монтажа. Сделаны выводы о целесообразности применения комплексного подхода к оптимизации СМР, обеспечивающего сокращение сроков и стоимости работ при сохранении высокого качества.*

**Ключевые слова:** *строительно-монтажные работы, оконные конструкции, промышленные объекты, оптимизация монтажа, поточный метод, технологический регламент, герметизация оконных проёмов, ПВХ-конструкции, алюминиевые профили, временные затраты, трудоёмкость, качество монтажа.*

**Abstract:** *this article analyzes current issues related to the organization and optimization of construction and installation work (C&I) during the installation of window structures at industrial facilities. An analysis of existing installation methods is conducted, identifying typical organizational and process deficiencies that reduce the efficiency of the work. Methods for optimizing technological processes are proposed, including the use of a continuous installation method, the use of modern sealing materials, and the pre-assembly of structures. A comparative table of the effectiveness of various installation methods is provided. Conclusions are drawn regarding the feasibility of using an integrated approach to C&I optimization, which reduces the time and cost of work while maintaining high quality.*

**Key words:** *construction and installation work, window structures, industrial facilities, installation optimization, continuous installation method, process regulations, window sealing, PVC structures, aluminum profiles, time costs, labor intensity, installation quality.*

Промышленное строительство является одним из наиболее капиталоемких и технологически сложных секторов строительной отрасли. В условиях конкурентной среды и постоянно возрастающих требований заказчиков к срокам ввода объектов в эксплуатацию вопрос оптимизации отдельных видов СМР приобретает первостепенное значение [1,2].

Установка оконных конструкций на промышленных объектах представляет собой специфический вид работ, существенно отличающийся от аналогичных операций в гражданском строительстве. Это обусловлено рядом факторов: большими габаритами проёмов, повышенными требованиями к несущей способности конструкций, специфическими условиями эксплуатации (вибрационные нагрузки, агрессивные среды, перепады температур), необходимостью совмещения монтажных работ с другими

строительными процессами на объекте (рис.1,2 пример современного остекления на промышленном объекте) [3].



Рис. 1. Вид современных оконных конструкций в промышленных предприятиях



Рис. 2. Вид современных оконных конструкций в промышленных предприятиях

Вместе с тем в практике строительного производства данный вид работ нередко осуществляется по устаревшим технологическим схемам, без должного применения методов сетевого планирования и современных материалов. Это приводит к необоснованному увеличению трудозатрат, срывам календарных графиков и снижению качества готовых конструкций [4,5].

Анализ практики строительного производства на крупных промышленных объектах позволяет выделить следующий комплекс системных проблем, характерных для выполнения работ по монтажу оконных конструкций.

**Проблема 1. Несовершенство технологической подготовки.** На этапе проектирования производства работ зачастую не разрабатываются детальные технологические карты монтажа применительно к конкретному типу конструкций и условиям объекта. Рабочие бригады ориентируются на обобщённые нормативы, не учитывающие специфику промышленного строительства.

**Проблема 2. Отсутствие поточной организации монтажа.** На большинстве объектов работы по установке окон ведутся разрозненными звеньями без чёткой специализации операций. Один и тот же исполнитель выполняет подготовку проёма, установку рамы, герметизацию и отделку откосов, что увеличивает общую трудоёмкость на 25–35% по сравнению с поточным методом.

**Проблема 3. Несвоевременная подготовка проёмов.** На промышленных объектах оконные проёмы нередко передаются монтажникам с отклонениями геометрических

размеров, превышающими допустимые значения по ГОСТ 30971-2012. Это вынуждает бригады выполнять незапланированные работы по подготовке основания, нарушая ритм производства.

**Проблема 4. Ненадлежащее применение монтажных материалов.** Экономия на качестве монтажных пен, паро- и гидроизоляционных лент, анкерных элементов приводит к образованию дефектов в узлах примыканий, появлению продувания и промерзания в процессе эксплуатации, что влечёт дорогостоящие гарантийные ремонты.

**Проблема 5. Отсутствие входного контроля конструкций.** Поставляемые оконные блоки не всегда проверяются на соответствие проектным размерам и геометрии до начала монтажа. Выявление несоответствий непосредственно в проёме приводит к простоям и переделкам.

Поточный метод предполагает разделение процесса монтажа на специализированные операции, выполняемые последовательно самостоятельными звеньями [6,7]. Для монтажа оконных конструкций на промышленном объекте рекомендуется следующее разделение потоков:

— **Звено № 1** (2 чел.) — геодезическая разбивка, контроль и подготовка проёмов, установка опорных колодок;

— **Звено № 2** (3 чел.) — подача, установка и крепление оконных блоков к несущим конструкциям;

— **Звено № 3** (2 чел.) — заполнение монтажного шва, устройство паро- и гидроизоляции по системе ГОСТ 30971-2012;

— **Звено № 4** (2 чел.) — установка подоконных досок, отлива, обрамление откосов, финишная отделка.

Применение данной схемы обеспечивает непрерывность работ и устраняет простои, характерные для последовательного метода.

До начала монтажа в зоне складирования на объекте целесообразно организовать укрупнительную сборку: установку подставочных профилей, навеску фурнитуры, крепление монтажных пластин. Одновременно осуществляется обязательный входной контроль по следующим параметрам: соответствие маркировки проектной документации, диагональные размеры рамы (разность диагоналей не более 2 мм на 1 м длины), качество сварных швов и покрытий [8].

Применение трёхслойной системы монтажного шва (по ГОСТ 30971-2012) с использованием: — предварительно сжатой уплотнительной ленты (ПСУЛ) — снаружи; — монтажной полиуретановой пены — в среднем слое; — пароизоляционной ленты — изнутри,

— позволяет увеличить долговечность узла примыкания до 20–25 лет и исключить дефекты в период эксплуатации. В условиях промышленных объектов с агрессивными средами внешний слой рекомендуется дополнять паропроницаемой мембраной с химической стойкостью по соответствующему классу.

Для монтажа крупногабаритных конструкций (площадь проёма более 3 м<sup>2</sup>) обязательным условием является использование вакуумных захватов или монтажных траверс совместно с башенным краном или телескопическим подъёмником. Это сокращает время установки одного блока с 45–60 минут (ручной метод) до 15–20 минут, существенно снижая физическую нагрузку на монтажников и повышая точность позиционирования.

Разработка детальной технологической карты производства работ (ТК) применительно к конкретному объекту с указанием операционного состава, нормативных трудозатрат, требований к материалам и контрольным параметрам является обязательным условием качественного производства работ. Перспективным направлением является внедрение систем оперативного учёта выполненных операций на базе мобильных приложений, интегрированных с BIM-моделью объекта. В таблице 1 приведены сравнение методов монтажа оконных конструкций.

Таблица 1

Сравнительная таблица

| Критерий сравнения                                               | Традиционный (последовательный) метод | Поточный метод с укрупнительной сборкой | Поточный метод с механизацией и BIM-контролем |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Трудоёмкость на 1 оконный блок, чел.-ч                           | 6,5 – 8,0                             | 3,8 – 5,0                               | 2,5 – 3,5                                     |
| Среднее время монтажа 1 блока (площадь 2–4 м <sup>2</sup> ), мин | 45 – 65                               | 25 – 35                                 | 15 – 22                                       |
| Количество рабочих на 10 блоков в смену                          | 8 – 10                                | 7 – 9                                   | 5 – 7                                         |
| Процент брака и переделок                                        | 12 – 18%                              | 5 – 8%                                  | 1 – 3%                                        |
| Соответствие ГОСТ 30971-2012                                     | Частичное                             | Полное                                  | Полное + документально подтверждённое         |

| Критерий сравнения                                 | Традиционный (последовательный) метод | Поточный метод с укрупнительной сборкой | Поточный метод с механизацией и ВМ-контролем |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|
| Стоимость монтажа 1 блока (относительно базы)      | 100% (база)                           | 78 – 85%                                | 68 – 75%                                     |
| Долговечность узла примыкания, лет                 | 8 – 12                                | 15 – 20                                 | 20 – 25                                      |
| Применимость для крупногабаритных проёмов (> 3 м²) | Ограничена                            | Ограниченно применима                   | Полностью применима                          |
| Зависимость от квалификации отдельного рабочего    | Высокая                               | Средняя                                 | Низкая                                       |
| Возможность оперативного контроля качества         | Минимальная                           | Средняя                                 | Высокая                                      |

По результатам проведённого анализа можно сформулировать следующие выводы.

1. Монтаж оконных конструкций на промышленных объектах является технологически самостоятельным и достаточно сложным видом СМР, требующим разработки специализированных организационно-технологических решений, а не механического переноса практики гражданского строительства.

2. Внедрение поточного метода организации работ с разделением на специализированные звенья позволяет сократить трудоёмкость монтажа на **35–45%** по сравнению с традиционным последовательным методом при одновременном повышении качества выполняемых операций.

3. Применение трёхслойной системы герметизации монтажного шва в соответствии с ГОСТ 30971-2012 является обязательным условием обеспечения нормативного срока службы узлов примыкания на промышленных объектах, особенно в условиях воздействия агрессивных сред и значительных температурных колебаний.

4. Механизация процессов подачи и установки крупногабаритных конструкций (вакуумные захваты, монтажные траверсы) обеспечивает снижение времени монтажа

одного блока в **2,5–3 раза** и практически исключает риск повреждения конструкций при установке.

5. Комплексный подход, объединяющий поточную организацию, обязательный входной контроль, применение современных монтажных материалов и цифровые инструменты оперативного контроля, позволяет снизить совокупную стоимость монтажных работ на **25–32%** при существенном повышении эксплуатационных характеристик смонтированных конструкций.

6. Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка нормативных трудозатрат для поточного метода монтажа оконных конструкций на промышленных объектах с учётом типажа применяемых конструкций и условий производства работ, интеграция процессов контроля качества монтажа в BIM-среду проекта.

#### ***Библиографический список литературы:***

1. Гарькин И.Н. Техническая экспертиза: предпосылки замены оконных конструкций // Вестник ПГУАС: строительство, наука и образование. 2019. № 1 (8). С. 31-34.

2. Гарькин И.Н., Агафонкина Н.В., Сазонова М.А. Техническая экспертиза: механизм узаконивания объектов недвижимости // Образование и наука в современном мире. Инновации.- 2023-№3 (46)-С.124-129.

3. Гарькин И.Н., Агафонкина Н.В. Технология проведения ремонтных работ на памятнике, являющемся объектом культурного наследия // Вестник евразийской науки. 2020. Т. 12. № 2. С. 4.

4. Жегера К.В., Трощев Д.В., Дасаева Н.А. Разработка методики оценки конкурентоспособности поставщика // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2024. № 1 (50). С. 50-57.

5. Гарькина И. А., Малышева, К. С. Математическое моделирование: интерполяция, аппроксимация и оптимизация при анализе и синтезе сложных систем // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2022. – № 5(42). – С. 107-113.

6. Симонова И.Н. Эколого-экономическая эффективность мероприятий по уменьшению выбросов в атмосферный воздух на предприятии ЗАО "ФОТОН" (г. Пенза) // Экология урбанизированных территорий. – 2019. – № 1. – С. 16-19.

7. Гарькина И.А., Ахтямова Л.Ш., Киямова Л.И., Фазыльзянов Ф.Ф. Математическое моделирование процессов деградации // Научно-технический вестник Поволжья. 2025. № 7. С. 31-35.

8. Garkina I., Danilov A., Selyaev V. Principles of optimal control in the synthesis of composite materials // Key Engineering Materials. 2017. T. 723. C. 32-36.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

**Акифьев Илья Владимирович**

кандидат экономических наук, доцент кафедры «Вычислительная техника»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»  
e-mail: huntersu@yandex.ru

**Бондарь Ксения Владимировна**

студент факультета «Вычислительная техника»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»  
e-mail: KseniaRastor@yandex.ru

## PROSPECTS FOR THE USE OF QUANTUM COMPUTING AT THE PRESENT STAGE

**Akifyev Ilya Vladimirovich**

candidate of economic science, associate Professor Department of «Computer Engineering»  
FGBOU VO «Penza State University»  
e-mail: huntersu@yandex.ru

**Bondar Ksenia Vladimirovna**

student of the faculty of «Computer Engineering»  
FGBOU VO «Penza State University»  
e-mail: KseniaRastor@yandex.ru

**Аннотация:** в статье рассматривается история развития квантовых машин; проводится анализ проблем дальнейшего распространения нового поколения вычислительной техники, основанной на квантовых законах. Исследовано преимущество квантовых вычислений на примере задачи из теории сложности вычислений. Подробно изучены отличительные особенности устройства квантового компьютера.

**Ключевые слова:** квантовый компьютер, квантовые вычисления, квантовая интерференция, кубит, гейт, эффект параллелизма.

**Abstract:** the article discusses the history of quantum machines development; the problems of further spreading of the new generation of computing equipment based on quantum laws. It is investigated advantage of quantum computations on the example of a problem from the theory of complexity of computations. The distinctive features of the quantum computer device are studied in detail quantum computer.

**Key words:** quantum computer, quantum computing, quantum interference, qubit, gate, parallelism effect.

Активной составной частью в развитии классической вычислительной техники могут стать квантовые вычисления, которые долгое время не применялись в реальной экономике, а их использование предполагалось только научными кругами. Создание нового поколения машин и технических систем, основанных на квантовых законах, преодолевает некоторые характерные для классической техники пределы и ограничения. Директор Института физики и квантовой инженерии Университета «МИСИС» Федоров А.К. писал, что квантовые компьютеры уже сейчас начинают решать задачи, которые непосильны для классических суперкомпьютеров. Следующий шаг — полезное квантовое преимущество, которое в ряде задач могут обеспечить квантовые технологии [1].

Исторически, идея квантовых вычислений прорабатывается довольно давно. Одна из первых моделей квантового компьютера была предложена Ричардом Фейнманом в 1981 году [2]. Вскоре Пол Бениофф описал теоретические основы построения такого компьютера [3]. На сегодняшний день проведено множество исследований, однако успехи в создании квантовых компьютеров невелики. Проблемы массового внедрения технологии заключается в отсутствии доступности следующих необходимых ресурсов: квантовые кубиты; вентили, состоящие из кубитов; приложения и операционная система; мощное охлаждение. Сложность создания связана с новыми, не характерными для классических компьютеров компонентами. Это следует из принципиальных различий законов классической и квантовой физики, которые и порождают существенные расхождения квантовых и классических технологий.

Обратимся к теории сложности вычислений, один из главных вопросов которой является четкое разделение задач с эффективными алгоритмами от трудноразрешимых задач. Примером задания, решение которого относится к неэффективным алгоритмам, является задача о вычислении простых множителей больших  $n$ -разрядных чисел (факторизация целых чисел). Лучшей известной сложностью алгоритма для классических компьютеров является сложность  $O(2^{\sqrt{n \log n}})$ . В 1994 году на квантовом компьютере Питером Шором было предложено решение, сложность которого составляла  $O(n^2 \log_2(\log_2 n \log_2 \varepsilon^{-1}))$ , где  $\varepsilon$  – вероятность ошибочного результата вычислений [4]. В 2023 году Овед Регев опубликовал квантовый алгоритм, превосходящий по эффективности алгоритм Шора [5].

Многочастичная квантовая интерференция проводит четкую границу между классической и квантовой теорией. Наличие этой области знаний в квантовой теории дает потенциальное преимущество квантовым компьютерам. Базовым понятием классической теории информации является бит. Классический бит принимает значения 0 или 1 и только эти значения. В квантовом компьютере наименьшим элементом, выполняющим функцию

хранения информации, является кубит. Кубитом называется квантовая система  $|\psi\rangle$ , допускающая два состояния:  $|0\rangle$  и  $|1\rangle$ . Скобки  $|\dots\rangle$  указывают, что  $\psi$  является некоторым состоянием квантовой системы. Фундаментальное различие между классическим битом и кубитом заключается в том, что кубит может находиться в состоянии, отличном от  $|0\rangle$  или  $|1\rangle$  [6]. В квантовой механике эти два состояния могут находиться в состоянии суперпозиции, то есть наиболее общее состояние квантового бита может быть записано как:

$$|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle, \quad (1)$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  – комплексные коэффициенты. Другими словами, можно сказать, что законы квантовой механики допускают другие значения кубита, которые называются состояниями суперпозиции. Таким образом, состояние суперпозиции представляют собой значения между экстремумами 0 и 1, а квантовый бит может принимать бесконечно много значений [7].

Для изменения состояния квантовой системы используются квантовые операции, которые называются гейтами или вентилями (quantumgate). Таким образом, гейты осуществляют логические операции над кубитами. Заметим, что об изменении состояния  $|\psi\rangle$  во времени говорят также как об эволюции квантовой системы. Квантовое вычисление представляет собой последовательность операций простого вида над совокупностью взаимодействующих между собой кубитов. На заключительном этапе процедуры квантового вычисления измеряется состояние квантовой системы и делается вывод о результате вычисления. Измерение дает возможность получить на макроскопическом уровне информацию о квантовом состоянии. Особенностью квантовых измерений является их необратимость, что коренным образом отличает квантовые вычисления от классических.

Часто упорядоченный набор из некоторого числа кубитов называют регистром [6]. Квантовый разряд в символическом виде выглядит так же, как классический:

$$|n_k\rangle, n_k = 0, 1.$$

Поэтому квантовый регистр представляется в виде

$$|n_{m-1}n_{m-2} \dots n_0\rangle. \quad (2)$$

Рассмотрим состояние классического регистра в момент времени  $t$ . Разряд классического регистра находится только в одном из двух возможных состояний – 0 или 1. Поэтому состояние регистра – это

$$|n_{m-1}n_{m-2} \dots n_0\rangle. \quad (3)$$

Разряд квантового регистра в момент времени  $t$  находится в состоянии

$$\alpha|0\rangle + \beta|1\rangle, \quad (4)$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  – комплексные коэффициенты. Поэтому состояние квантового  $m$ -разрядного регистра – это когерентная суперпозиция всех базисных состояний:

$$|\psi(t)\rangle = \sum_{n_{m-1}=0}^1 \sum_{n_{m-2}=0}^1 \dots \sum_{n_0=0}^1 c_{nm-1nm-2\dots n_0} |n_{m-1}n_{m-2} \dots n_0\rangle, \quad (5)$$

где  $c_{nm-1nm-2\dots n_0}$  – комплексные числа. Числа  $c_{nm-1nm-2\dots n_0}$   $\forall$  интерпретируются как вероятность пребывания регистра в состоянии  $|n_{m-1}n_{m-2} \dots n_0\rangle$ .

Процессор классического компьютера составляют схемы, собранные из логических элементов. Логический элемент – это простейшее устройство ЭВМ, выполняющее одну определенную логическую операцию над входными сигналами согласно правилам алгебры логики. Для логических элементов независимо от их физической реализации приняты дискретные значения входных и выходных сигналов; обычно это два уровня, которые условно принимаются за 0 и 1. Так, элемент «НЕ» преобразует 0 в 1 и 1 в 0. Установлено, что элементная база классического компьютера основывается всего на двух логических элементах, например, на «НЕ» и «исключающее ИЛИ-НЕ».

Процессор преобразует, меняет содержание разрядов регистра посредством каждого входящего в него логического элемента  $U$ :

$$U: |n_{m-1}n_{m-2} \dots n_0\rangle \rightarrow |n'_{m-1}n'_{m-2} \dots n'_0\rangle \quad (6)$$

Квантовый процессор также состоит из логических элементов – гейтов. Квантовый логический элемент « $\sqrt{HE}$ » переводит 0 в 1 и 1 в 0, а также 0 в 0 и 1 в 1, но лишь с вероятностью  $p_{ij} = 1/2$  ( $i, j = 0, 1$ ). В теории квантового компьютера существует бесконечное количество логических элементов. Однако, доказано, что квантовый компьютер может быть построен всего из двух логических элементов: однокубитового элемента (логический элемент NOT, Z, Y и др.) и 2-кубитового «CNOT» (управляемое «НЕ»).

Квантовый процессор преобразует, меняет содержание разрядов квантового регистра посредством каждого входящего в него логического элемента (гейта)  $\hat{U}$ :

$$\begin{aligned} \hat{U}: \sum_{n_{m-1}=0}^1 \sum_{n_{m-2}=0}^1 \dots \sum_{n_0=0}^1 c_{nm-1nm-2\dots n_0} |n_{m-1}n_{m-2} \dots n_0\rangle \rightarrow \\ \rightarrow \sum_{n_{m-1}=0}^1 \sum_{n_{m-2}=0}^1 \dots \sum_{n_0=0}^1 c_{nm-1nm-2\dots n_0} |n'_{m-1}n'_{m-2} \dots n'_0\rangle \end{aligned} \quad (7)$$

Как видно из формулы (7), в один шаг изменены сразу все  $2^m$  значений базисных состояний. Это эффект параллелизма в работе квантового компьютера, не имеющий места для классических компьютеров. Для такой производительности за один шаг потребовалось бы  $2^m$  классических процессоров [8].

Рассмотрев основные принципы работы квантового компьютера, можно выделить принципиальные отличия нового поколения машин от классических компьютеров:

1. Наличие многочастичной квантовой интерференции;

2. Возможность нахождения кубита в состоянии, отличном от  $|0\rangle$  или  $|1\rangle$ ;
3. Необратимость квантовых измерений;
4. Наличие эффекта параллелизма.

Получение ответов на эти вопросы позволит получить в будущем новое поколение универсальных промышленных квантовых компьютеров. Отдельные фармацевтические компании уже начали экспериментировать с квантовыми вычислительными устройствами, решая задачи нахождения последовательностей генетического кода, называемых кодонами. Например, разработанная Российским квантовым центром, компанией Куборд и компанией Genotek методика сборки генома с использованием квантовых алгоритмов значительно облегчила изучение новых видов и структурных изменений ДНК, которые не удается обнаружить методом классического картирования, и геномных перестроек в раковых клетках.

Особенностью внедрения квантовых компьютеров в промышленность является проблема совместимости квантовых и классических компьютеров. Для этой задачи постепенно находятся пути решения. Примером являются постквантовые алгоритмы — новый класс криптографических алгоритмов, устойчивых к кибератакам с применением как классических, так и квантовых компьютеров. Постквантовые алгоритмы могут быть достаточно легко интегрированы в существующую инфраструктуру, например, мобильные приложения и веб-сервисы, а также инфраструктуру интернета вещей. Программные решения на основе постквантовых алгоритмов не требуют привнесения новых специализированных аппаратных решений в инфраструктуру конечного бизнес-клиента, при этом некоторые параметры постквантовых алгоритмов могут быть ускорены на аппаратном уровне.

В России идет процесс разработки государственных стандартов для постквантовых алгоритмов, а компании различных индустрий активно пилотируют программные решения. Например, Национальная платежная система МИР (НСПК), Газпромбанк, МЦСТ Эльбрус и другие компании уже имеют успешный опыт завершения научно-исследовательских и пилотных интеграционных проектов [1].

Таким образом, квантовые вычисления являются перспективной областью информационных технологий, которая продолжает развиваться и на современном этапе малоприменима в народном хозяйстве. Дальнейшее совершенствование квантовых технологий позволит решать задачи моделирования сложных физических систем, молекулярных взаимодействий и химических реакций на квантовом уровне; задачи обеспечения повышенного уровня безопасности данных; задачи открытия новых

биомаркеров; классификации, повышения точности диагностики заболеваний; задачи эпидемиологического прогнозирования и многие другие.

***Библиографический список литературы:***

1. Федоров А.К., Гугля А.П., Божедаров А.А., Острась М.И., Воробьев П.Е., Кольченко М.А.. Квантовые технологии для медицины. Новые подходы в вычислениях, защите данных и сенсорики. URL: [https://cdnweb.roscongress.org/upload/medialibrary/51b/qoj849o65fbxhslly3l9l5xvaz3wd1ha/FBT\\_12\\_02\\_2024\\_V2.pdf?170774935322904136](https://cdnweb.roscongress.org/upload/medialibrary/51b/qoj849o65fbxhslly3l9l5xvaz3wd1ha/FBT_12_02_2024_V2.pdf?170774935322904136) (дата обращения: 09.02.2026).
2. Feynman R. P. Simulating physics with computers (англ.) // International Journal of Theoretical Physics. — 1982. Статья представляет собой текст доклада на конференции в MIT 1981 года.
3. P. Benioff. Quantum mechanical hamiltonian models of turing machines (англ.) // Journal of Statistical Physics[англ.] : journal. — 1982.
4. Artur Ekert, Patrick Hayden and Hitoshi Inamori. “Basic concepts in quantum computation”, Centre for Quantum Computation, University of Oxford, Oxford OX1 3PU, United Kingdom February 1, 2008.
5. Regev, Oded (2023). An Efficient Quantum Factoring Algorithm. arXiv:2308.06572. URL: <https://arxiv.org/abs/2308.06572> (дата обращения: 09.02.2026).
6. Борзунов, С.В. Квантовые вычисления: пер. с англ./С.В. Борзунов, С.Д. Кургалин. — СПб.: БХВ-Петербург, 2022
7. С.Н. Торгаев, И.Д. Шульга, Е.А. Юрченко, М.Л. Громов Основы квантовых вычислений : учебное пособие. — Томск : STT, 2020.
8. Гуц А. К. Архитектура, процессор и работа квантового компьютера // МСМ. 2010. №1 (21). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/arhitektura-protssessor-i-rabota-kvantovogo-kompyutera> (дата обращения: 09.02.2026).

## ЭКОНОМИЯ ГАЗА В БЫТУ

**Аржаева Наталья Владимировна**

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: summer981@yandex.ru*

**Разживина Полина Павловна**

*студент группы 24СТ6м  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: summer981@yandex.ru*

**Краюшкина Виктория Александровна**

*студент группы 24СТ6м  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: summer981@yandex.ru*

## GAS SAVINGS IN THE HOME

**Arzhaeva Natalya Vladimirovna**

*candidate of Technical Sciences, associate hrofessor of the Department of Heat and Gas Supply  
and Ventilation*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: summer981@yandex.ru*

**Razzhivina Polina Pavlovna**

*student of 24ST6m group  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: summer981@yandex.ru*

**Krayushkina Victoria Alexandrovna**

*student of 24ST6m group  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: summer981@yandex.ru*

**Аннотация:** рассматривается вопрос обеспечения рационального использования природного газа, пути снижения эксплуатационных затрат в системах газопотребления. Проанализированы методы экономии природного газа в быту. Рассмотрена эффективность использования индивидуальных регуляторов давления.

**Ключевые слова:** энергосбережения, энергетическая эффективность, природный газ, способы экономии природного газа в быту, индивидуальный регулятор.

**Abstract:** the article discusses the issue of ensuring the rational use of natural gas and ways to reduce operating costs in gas consumption systems. It analyzes methods of saving natural gas in everyday life. The article also examines the effectiveness of using individual pressure regulators.

**Key words:** *energy saving, energy efficiency, natural gas, ways to save natural gas in the household, individual regulator.*

Газ — один из наиболее широко используемых в мире видов топлива, обладающий высокой энергетической ценностью и доступностью. В нашей стране он занимает важное место в системе коммунальных услуг, обеспечивая отопление, горячее водоснабжение, а также приготовление пищи. В условиях постоянного роста цен на энергию и усиления экологической нагрузки важнейшей задачей становится рациональное использование газа. Сокращение потребления газа ведет к снижению эксплуатационных затрат в системах газоснабжения и газопотребления, а также уменьшает экологическую нагрузку на окружающую среду.

Экономия газа не только уменьшает расходы домохозяйства, но и способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду: меньше выбросов парниковых газов и снижение общего уровня загрязнения воздуха. В этой статье рассмотрены основные способы оптимизации потребления газа в домашних условиях, а также практические рекомендации по снижению затрат при сохранении комфорта.

Учитывая климатические условия Пензы — холодные зимы с температурой нередко ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ , — правильное использование газовых систем особенно актуально. Это помогает поддерживать комфорт и одновременно экономить.

Согласно данным "Энергетического паспорта квартиры", около 60% расходов газа приходится на отопление и горячее водоснабжение. Понимание того, где и как расходуется газ, позволяет наиболее эффективно ограничить его излишнее использование:

Отопление — одно из главных пунктов расхода газа, особенно в зимний период. Газовые котлы, радиаторы и теплые полы обеспечивают поддержание постоянной температуры.

Готовка пищи — эффективный и быстрый способ использования газа. Современные газовые плиты позволяют регулировать интенсивность пламени.

Горячее водоснабжение — газовые колонки и бойлеры обеспечивают горячей водой домохозяйства.

Анализирование каждого из этих пунктов помогает выявить наиболее ресурсоемкие участки и найти пути их оптимизации.

Рассмотрим основные способы экономии природного газа в быту.

#### 1. Регулярное техническое обслуживание оборудования

Технично исправное оборудование — залог экономии. Неправильные настройки, засорение горелки снижает КПД на 15-20%, что ведет к перерасходу топлива. Регулярная проверка и чистка газовых приборов должны стать частью обслуживания.

## 2. Использование современных энергоэффективных устройств

Новейшие модели газовых котлов, плит и колонок характеризуются высоким КПД (до 95%). Например, современный одноконтурный газовый котел оснащен системой автоматического регулирования температуры и мощности, что помогает снизить расход топлива.

## 3. Правильное теплоизоляционное решение

От состояния теплоизоляции зависит количество энергии, необходимое для поддержания комфортной температуры. Замена старых окон, утепление стен, утепление кровли — все это позволяет снизить теплопотери. По данным исследований, правильная теплоизоляция может уменьшить расходы на отопление до 30-40%.

## 4. Оптимизация режимов использования и управления

Установка термостатов и программируемых регуляторов — возможность заранее настроить температуру и график отопления, что исключает излишнюю работу системы.

Эффективное использование посуды — варите и тушите в крышках, чтобы ускорить процесс и снизить расход энергии.

Планирование приготовлений — использование уже разогретой и горячей воды, одновременно включать несколько приборов для повышения эффективности.

## 5. Контроль и снижение утечек

Проверяйте трубы, соединения, вентили и оборудование на предмет утечек. Маленькая протечка может приводить к значительным потерям газа за месяц. При обнаружении подобных проблем вызывайте специалистов для устранения.

Можно привести еще несколько советов по повседневной экономии газа:

- Перед использованием газовой плиты необходимо убедиться в том, что она исправна и тщательно отрегулирована.
- Не оставлять котлы и колонки включенными без надобности.
- В холодное время стараться максимально утеплять жилое пространство, чтобы не тратить лишний газ на отопление.
- Использовать автоматические системы контроля и управления для оптимизации режима работы отопительных систем.
- Следить за эстетическим и функциональным состоянием оконных рам, дверных проемов, и утеплять их при необходимости.

В сельских районах России, где часто отсутствует централизованное тепло и горячее водоснабжение, особенно важным становится эффективное использование газа и других ресурсов. Одним из решений для повышения энергоэффективности и безопасности является установка индивидуальных регуляторных пунктов (так называемых регуляторов давления или автоматических отключателей), которые позволяют регулировать подачу газа и сохранять оптимальные параметры работы.

Индивидуальный регулятор — это устройство, предназначенное для автоматической или ручной настройки давления газа, температуры воды или воздуха в системе отопления конкретного жилого дома. Его основная задача — поддерживать стабильные параметры работы систем, а также защищать оборудование и жильцов от аварийных ситуаций.

Одним из ключевых преимуществ таких устройств является их автономность. В отличие от централизованных систем, они позволяют индивидуально контролировать параметры подачи ресурсов, что особенно важно в сельской местности, где отсутствует централизованное теплоснабжение или газификация.

Такие регуляторы позволяют:

- Поддерживать стабильное давление внутри системы;
- Предотвращать утечки и аварийные ситуации;
- Экономить газ и энергию.

Почему важно использовать регуляторы в сельской местности?

Доминирование автономных систем отопления и горячего водоснабжения в сельской местности обусловлено отсутствием централизованных сетей. В таких условиях разумное управление ресурсами становится особенно актуальным, поскольку:

1. Повышается энергоэффективность за счет точной настройки температуры;
2. Снижается излишняя трата природного газа;
3. Увеличивается комфорт проживания (поддержание постоянной температуры);
4. Важна экономия расходов, особенно при ограниченных финансовых возможностях.
5. Использование индивидуальных регуляторов даёт возможность регулировать параметры систем в зависимости от индивидуальных потребностей семьи, времени суток и погодных условий.

Практические преимущества использования регуляторов

- Автоматическая регулировка позволяет поддерживать давление и температуру без постоянного внимания хозяина;
- Регуляторы защищают оборудование от скачков давления, увеличивая срок службы системы;

- Помогают снизить расход газа и электроэнергии;
- Повышение безопасности, т.е. своевременное отключение газа при аварийных ситуациях.

В регионах с холодными зимами, таких как российская сельская местность (например, в Пензе, где температуры могут снижаться до  $-20^{\circ}\text{C}$  и ниже), качественное управление системами отопления имеет особое значение. Здесь индивидуальные регуляторы позволяют снизить теплопотери и обеспечивают стабильный комфорт даже в самые суровые зимние месяцы.

Основные критерии выбора таких регуляторов:

- Тип устройства: давление, температуру или комбинированные регуляторы;
- Диаметр подключения: подходит ли устройство под систему (обычно 20-40 мм);
- Максимальное рабочее давление;
- Материал изготовления: устойчивость к коррозии и высоким температурам;
- Производитель и сертификация: выбирайте проверенных брендов и сертифицированное оборудование.

Установку регуляторов лучше доверить специалистам — неправильная установка может снизить эффективность и создать опасность. Регулятор устанавливается на входе в дом, обычно в районе газового входа или котельной.

Для максимальной эффективности рекомендуется учитывать следующие аспекты:

- Регулярное техническое обслуживание установленных регуляторов;
- Обучение пользователей правильному режиму эксплуатации;
- Использование умных систем, интегрирующих управление отоплением с погодными данными (подключение к внешним датчикам);
- Внедрение программируемых термостатов, позволяющих автоматизировать режимы работы в разных периодах.

Использование индивидуальных регуляторов пунктов — это современное решение для сельских домов, которое обеспечивает безопасность, экономию ресурсов и комфорт. В условиях ограниченных ресурсов и особых климатических условий, таких как в Пензе, эти устройства помогают существенно снизить расходы топлива, снизить нагрузку на окружающую среду и обеспечить стабильный климат внутри помещений.

По данным Российского статистического ведомства, в среднем семья расходует около 200-300 кубических метров газа в месяц, при этом до 40% этого объема может быть потрачено зря из-за неэффективной эксплуатации и плохой теплоизоляции.

Помимо этого, каждое снижение потребления газа на 10% позволяет экономить значительные суммы, которые можно направить на улучшение жилищных условий или инвестировать в экологические инициативы.

Сокращая расход топлива, мы не только уменьшаем финальные расходы, но и способствуем снижению выбросов вредных веществ в атмосферу, таких как  $CO_2$  и  $NO_x$ . Это особенно важно в рамках глобальных усилий по борьбе с изменениями климата.

Эффективное потребление газа - это не только вопрос личной экономии, но и гражданская ответственность, которая способствует сохранению природных ресурсов для будущих поколений.

Рациональное управление и бережное использование газа в быту - важнейшие аспекты современного домашнего хозяйства. Простые меры – регулярное обслуживание, утепление, установка автоматических систем позволяют значительно снизить расходы и уменьшить экологический след.

Каждый собственник дома или квартиры способен обеспечить себе комфортное проживание и при этом играть активную роль в сохранении природных ресурсов, проявляя ответственное отношение к потреблению топлива. Постоянное повышение уровня осведомленности и внедрение новых технологий открывает широкие возможности для экономии и улучшения качества жизни.

#### ***Библиографический список литературы:***

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 11.02.2021 № 161 «Об утверждении требований к региональным и муниципальным программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности».
2. СП 60.13330.2020 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Общие положения.
3. СП 3.02.01-2020 Тепловая изоляция зданий и сооружений.
4. Кузнецов Ю. В. Энергосберегающие технологии и мероприятия в системах энергоснабжения : учебное пособие для вузов / Ю. В. Кузнецов, С. В. Федорова ; [отв. ред. Ю. В. Кузнецов] ; РАН, УрО. - Екатеринбург, 2008. - 354 с.
5. Шоров Э. «Природный газ в экономике России: текущее состояние и использование» // Вестник Северо-Кавказского федерального университета, 2023, №3 (96).
6. <https://gazkom.su/regyliatory-davleniia-gaza>

## ВИДЫ ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК В ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**Баканова Светлана Викторовна**

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: SvBakanova@mail.ru*

**Исмаилова Виктория Олеговна**

*студент группы 22СТ21  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: veronica\_16\_r@mail.ru*

## TYPES OF HEAT PUMP SYSTEMS IN HOUSING CONSTRUCTION

**Bakanova Svetlana Viktorovna**

*candidate of technical sciences, associate professor of department «Heat and gas supply»  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: SvBakanova@mail.ru*

**Ismailova Viktoria Olegovna**

*student group 22CT21  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: SvBakanova@mail.ru*

**Аннотация:** рассмотрены основные виды теплонасосных установок, подразделяющиеся по типу среды- воздух-вода, вода-вода, грунт-вода. Описаны принципы их работы, преимущества и недостатки.

**Ключевые слова:** тепловой насос, энергоэффективность, источник тепла, экологичность, компрессор, конденсатор, коэффициент полезного действия.

**Abstract:** the main types of heat pump units are considered, divided by the type of medium- air-water, water-water, ground-water. The principles of their operation, advantages and disadvantages are described.

**Key words:** heat pump, energy efficiency, heat source, environmental friendliness, compressor, condenser, efficiency factor.

Тепловые насосы — это энергоэффективные установки, которые извлекают тепло из окружающей среды, (воздуха, воды или грунта) и используют его для отопления помещений.

Они работают по принципу обратного холодильника: даже при низких температурах на улице они способны обеспечивать комфорт в доме, при этом потребляя минимум электроэнергии[1,3].

Принцип работы теплового насоса следующий. Двигаясь по источнику тепла теплоноситель вначале нагревается на несколько градусов, даже если температура окружающей среды составляет всего 4-5°C. После этого он поступает в испаритель, где отдает тепло системе, заполненной фреоном[2,4]. Небольшого количества тепла достаточно для того, чтобы фреон из жидкого состояния перешел в газообразное. Пар фреона затем поступает в компрессор, где сжимается. Этот процесс сжатия вызывает повышение давления и, как следствие, -повышение температуры газа. Потом горячий пар идет в конденсатор, где передает тепло теплоносителю системы отопления (им может быть вода, воздух или тот же фреон). После отдачи тепла фреон охлаждается и превращается обратно в жидкость, которая возвращается в испаритель для нового цикла нагрева. Таким образом цикл повторяется, обеспечивая непрерывное поступление тепла в систему отопления и горячего водоснабжения (рисунок 1).

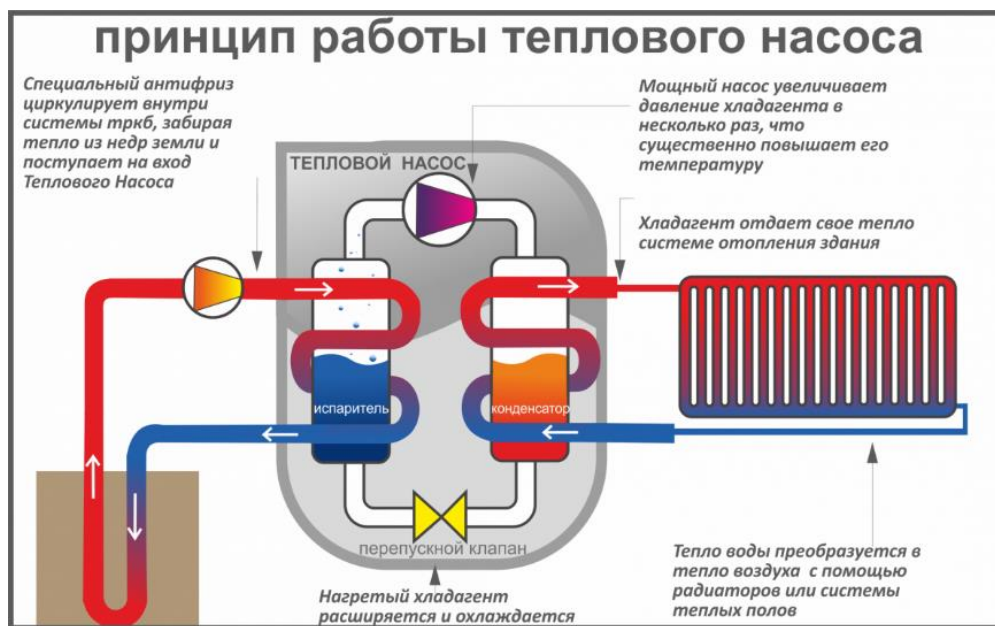


Рис. 1. Принцип работы теплового насоса

В настоящее время такие системы всё чаще применяются в качестве основного источника тепла, особенно в частных домах, дачах и небольших коммерческих объектах [5]. Преимущество тепловых насосов — высокая энергоэффективность. Тепловые насосы используют принципы переноса тепла, а не его производства, что делает их значительно более эффективными по сравнению с традиционными котлами или электронагревателями.

Тепловые насосы также обладают высоким КПД. Коэффициент полезного действия обычно составляет от 3 до 5 и выше, то есть на каждый потребленный киловатт электроэнергии система может обеспечить от 3 до 5 киловатт тепловой энергии.

Есть у тепловых насосов и другие преимущества:

1. Один тепловой насос может обеспечивать и отопление, и охлаждение. Некоторые модели могут также нагревать воду для бытовых нужд.

2. Использование возобновляемых источников тепла (воздух, земля, вода) снижает зависимость от ископаемого топлива и уменьшает выбросы парниковых газов.

3. Отсутствие открытого огня, дыма и риска утечки газа делает тепловые насосы более безопасными в эксплуатации по сравнению с газовыми котлами или печами.

4. При правильной установке и обслуживании тепловые насосы могут служить 15-20 лет и более.

5. Обеспечивается равномерное распределение тепла и поддержание стабильной температуры в помещении. Некоторые модели имеют функции зонального контроля.

6. Современные модели тепловых насосов занимают относительно небольшую площадь и легко интегрируются в различные типы зданий.

7. Во многих странах и регионах действуют программы субсидирования и налоговые льготы для установки тепловых насосов, что делает их еще более привлекательными.

Помимо плюсов у системы есть и слабые стороны. К ним относятся:

1. Высокая первоначальная стоимость. Установка теплового насоса может быть значительно дороже, чем установка традиционной системы отопления или кондиционирования.

2. Шум. Некоторые модели тепловых насосов могут быть довольно шумными, особенно наружный блок. Необходимо соблюдать требования к уровню шума в жилых зонах.

3. Зависимость от внешних условий. Эффективность воздушных тепловых насосов снижается при очень низких температурах наружного воздуха.

4. Стоимость обслуживания. Требуется регулярного технического обслуживания, проверок и возможного ремонта, что увеличивает эксплуатационные расходы.

5. Возможное влияние на окружающую среду. Хотя тепловые насосы считаются экологичными, при использовании некоторых хладагентов возможен небольшой вклад в глобальное потепление, если происходит утечка фреона. Современные модели используют более экологичные хладагенты.

Тепловые насосы подразделяются по типу среды, из которой извлекается тепло, и способу его передачи внутрь помещения. Воздух — воздух: самый распространённый вид.

Забирает тепло из наружного воздуха и передаёт его внутрь, аналогичный современному кондиционеру, но более энергоэффективный.

Воздух — вода: извлекает тепло из воздуха и передаёт его системам водяного отопления (радиаторы, тёплый пол). Более универсальный, но требует сложной установки.

Вода — вода: использует тепло подземных вод или водоёмов. Надёжный и эффективный даже при сильных морозах, но требует бурения скважин или доступа к водоисточнику [6].

Грунт — вода: извлекает тепло из земли через геотермальные системы (зонды или горизонтальные контуры). Очень эффективные, но установка сложнее и дороже. Наиболее популярным и доступным по стоимости вариантом считается «воздух — воздух», сочетающий простоту монтажа и хорошую производительность.

Так, например, тепловые насосы «воздух-вода» работают следующим образом. Такие агрегаты забирают тепловую энергию из наружного воздуха, даже если на улице холодно. В системе циркулирует хладагент (часто фреон). Он испаряется при поглощении тепла на улице, затем сжимается в компрессоре, что повышает его температуру. Нагретый пар поступает во внутренний блок, где он передает тепло воздуху внутри помещения, после чего конденсируется и цикл повторяется. Благодаря продвинутым теплообменникам такие системы могут эффективно работать даже при температурах до  $-25\ldots-40^{\circ}\text{C}$ , обеспечивая полноценное отопление, зачастую заменяя традиционные системы. Тепловые насосы «вода-вода» работают следующим образом.

Насосы функционируют по принципу цикла Карно и состоят из трёх герметичных контуров, которые передают тепло друг другу с помощью рабочей жидкости. Внешний контур устанавливается в скважину или водоём — вода из этого источника передает тепло хладагенту, проходящему через контур компрессора. Затем компрессор создает высокое давление в рабочем контуре, что вызывает превращение хладагента в газообразное состояние и повышение его температуры. Горячий газ проходит через змеевик в расширительном баке, отдавая тепло воде во внутренней системе отопления и ГВС, после чего конденсируется в жидкость. Охлажденный жидкий хладагент возвращается через расширительный клапан к испарителю, где он снова поглощает тепло из внешнего источника, и цикл повторяется. В процессе работы хладагент циркулирует по системе очень герметично между конденсатором и испарителем. Для функционирования компрессора и насосов требуется подача электроэнергии как для внешнего, так и для внутреннего контура.

Тепловые насосы с источником теплоносителя «вода-вода» используются в разных секторах и для разных задач. Основные применения:

## 1. Частные дома и коттеджи:

1.1 Обогрев помещений и ГВС (горячее водоснабжение) в одном контуре. Особенно в регионах с холодным климатом, где воздух менее эффективен зимой.

## 2. Многоэтажные жилые дома и жилые комплексы:

2.1 Централизованное отопление и горячее водоснабжение для нескольких зданий через геотепло-контур.

## 3. Коммерческие здания:

3.1 Офисные центры, торговые площади, гостиницы и больницы — требуют стабильной мощности и низких затрат на энергию.

## 4. Промышленность и производственные помещения:

4.1 Обогрев больших площадей и поддержание определённых температурных режимов в технологических процессах.

## 5. Обслуживание системы горячего водоснабжения:

5.1 ГВС в жилых и коммерческих зданиях за счет теплообменников и устойчивой работы теплового насоса.

## 6. Системы отопления для бассейнов и спортивных объектов:

6.1 Поддержание температуры воды и воздуха в залах и бассейнах.

## 7. Геотермальные проекты:

7.1 Водные источники в виде колодцев, плавающих водоносных горизонтов, подземных водоёмов и геотермальных полей применяются для устойчивого обогрева и охлаждения.

К преимуществам тепловых насосов «вода-вода» можно отнести:

1. Высокий COP и стабильная работа вне зависимости от наружной температуры по сравнению с воздухом – вода.

2. Эффективность выше при одинаковой расходной площади источника тепла (подземная вода стабильно теплее воздуха зимой).

Тепловые насосы «грунт-вода» работают по принципу обратного цикла Карно. Этот тип теплового насоса считается одним из самых долговечных и стабильных в работе, но его монтаж обходится дорого и требует значительных усилий. Для этого оборудованием источником тепла может служить любая среда, температура которой зимой превышает 0 °C. Обычно используют непромерзающие водоёмы, реки или колодцы. В грунте ниже уровня промерзания температура всегда остается положительной. Тепловой насос захватывает тепло из окружающей среды и передает его в систему отопления и горячего водоснабжения. В процессе работы энергия расходуется на перекачку и преобразование тепла из внешней среды в полезную теплоэнергию.

Подземные воды поступают по теплообменнику-испарителю. Теплоноситель отдает тепло располагающемуся в контуре хладагенту, обычно это фреон. Когда аппарат выключен, фреон пребывает в жидком состоянии. При поступлении тепла от термальных источников, он нагревается, испаряется и переходит в газ с температурой +5°C. Далее газ сжимается в компрессоре, что вызывает выделение большого количества тепла — при этом температура газа повышается до +35...+65 °C. Этот горячий газ движется в теплообменник — конденсатор — где он отдаёт тепло системе отопления, нагревая воду внутри. После отдачи тепла фреон частично охлаждается и, все ещё находясь в газообразном состоянии при высоком давлении, поступает в сбросной клапан. Там давление резко снижается, фреон остывает и сжимается, превращаясь обратно в жидкое состояние, после чего снова направляется в испаритель для повторения цикла.

Таким образом тепловые насосы являются эффективным и экологически чистым способом отопления и горячего водоснабжения в жилых зданиях. Благодаря использованию энергии из внешних источников, таких как грунт, вода или воздух, они позволяют значительно снизить расход традиционных видов топлива и уменьшить выбросы парниковых газов. Их высокая энергоэффективность, надежность и возможность работы при различных климатических условиях делают тепловые насосы востребованными в современном жилищном строительстве. Несмотря на относительно высокие начальные затраты на установку, длительный срок службы и экономическая выгода в процессе эксплуатации делают их перспективным решением для создания комфортных, энергоэффективных и экологичных жилых комплексов.

#### ***Библиографический список литературы:***

1. СП 60.13330.2020 — свод правил «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»
2. ГОСТ 34346.1-2017. «Тепловые насосы с водой в качестве источника тепла. Испытания и оценка рабочих характеристик. Часть 1. Тепловые насосы „вода-воздух“ и „рассол-воздух“».
3. ГОСТ Р 55617.1-2013 Возобновляемая энергетика. Установки солнечные термические и их компоненты. Солнечные коллекторы. Часть 1. Общие требования.
4. Приказ Минэнерго №115 «Об утверждении Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок».
5. Баканова С.В., Белов В.Е. Применение тепловых насосов в качестве источника тепловой энергии для альтернативной системы отопления школы // «Образование и наука

в современном мире. Инновации №2(39), электронный журнал ПГУАС, 2022, (РИНЦ), с.136-142.

6. Тепловые насосы: современное решение для отопления помещений. Режим доступа:<https://glavclimate.ru/poleznyie-stati/teplovyie-nasosyi-sovremennoe-reshenie-dlya-otopleniya-pomeshhenij.html>.

**АКУСТИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОБЪЕКТЫ КУЛЬТУРНОГО  
НАСЛЕДИЯ В УСЛОВИЯХ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ: АНАЛИЗ,  
ОЦЕНКА И МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ**

**Гречишкин Александр Викторович**

*кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «ГСиА»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: grechishkin\_av@mail.ru*

**Салтыкова Софья Алексеевна**

*студент ИПМ (бд) 01-22  
ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы  
e-mail: grechishkin\_av@mail.ru*

**ACOUSTIC IMPACT ON CULTURAL HERITAGE SITES DURING  
CONSTRUCTION AND INSTALLATION WORKS: ANALYSIS, EVALUATION AND  
METHODS OF REDUCING THE NEGATIVE IMPACT**

**Grechishkin Alexander Viktorovich**

*candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Civil  
Engineering and Architecture  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: grechishkin\_av@mail.ru*

**Saltykova Sofia Alekseevna**

*student IPM (Bd) 01-22  
Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia  
e-mail: grechishkin\_av@mail.ru*

**Аннотация:** анализируются проблемы акустического воздействия на объекты культурного наследия (ОКН), возникающего в ходе строительно-монтажных работ (СМР), проводимых в непосредственной близости от охраняемых памятников архитектуры, истории и культуры. Проведён анализ основных источников шума и вибрационно-акустических нагрузок, характерных для строительного производства. Рассмотрены механизмы воздействия акустических волн на конструктивные элементы исторических зданий и сооружений, представлена классификация видов разрушений, индуцированных акустическими нагрузками. На основе актуальных нормативных документов и научных исследований предложен комплекс методов контроля, оценки и снижения акустического воздействия. Приведена сравнительная таблица уровней шума различных строительных машин и механизмов с допустимыми значениями для охранных зон ОКН. Сформулированы практические рекомендации и выводы для проектировщиков, строительных организаций и органов охраны наследия

**Ключевые слова:** объекты культурного наследия, акустическое воздействие, строительно-монтажные работы, вибрационно-акустические нагрузки, шум, охранный зона, мониторинг ОКН, защита памятников архитектуры, звуковое давление, деструктивные процессы.

**Abstract:** this article analyzes the acoustic impact on cultural heritage sites (CHS) arising during construction and installation work (C&I) carried out in close proximity to protected architectural, historical, and cultural monuments. The article analyzes the main sources of noise and vibration-acoustic loads typical of the construction industry. The mechanisms by which acoustic waves affect the structural elements of historic buildings and structures are examined, and a classification of the types of damage induced by acoustic loads is presented. Based on current regulatory documents and scientific research, a set of methods for monitoring, assessing, and mitigating acoustic impact is proposed. A comparative table of noise levels from various construction machinery and equipment with permissible values for the protection zones of CHS is provided. Practical recommendations and conclusions are formulated for designers, construction organizations, and heritage protection authorities.

**Key words:** cultural heritage sites, acoustic impact, construction and installation work, vibration-acoustic loads, noise, protection zone, CHS monitoring, protection of architectural monuments, sound pressure, destructive processes.

Объекты культурного наследия представляют собой уникальный, невозобновляемый ресурс цивилизации. Исторические здания, архитектурные ансамбли, объекты археологии и монументального искусства несут в себе материальную память об эпохах, технологиях строительства и художественных традициях, которые уже не могут быть воспроизведены в первозданном виде. Именно поэтому их сохранность является одной из ключевых задач как государственной политики в сфере культуры, так и инженерно-строительной практики.

Современная городская среда постоянно подвергается трансформации: уплотнение застройки, реконструкция инфраструктуры, прокладка инженерных коммуникаций, возведение новых жилых и коммерческих объектов — всё это неизбежно сопровождается строительно-монтажными работами, которые ведутся нередко в непосредственной близости от охраняемых памятников. Согласно данным Министерства культуры Российской Федерации, в охранных зонах памятников федерального значения ежегодно фиксируется значительное число строительных объектов, при этом степень изученности их воздействия на ОКН остаётся недостаточной [1,2].

Среди множества факторов строительного воздействия — механических, химических, гидрологических — акустическое воздействие нередко недооценивается как потенциально опасное. Между тем исследования последних десятилетий убедительно показывают, что акустические волны, генерируемые строительным оборудованием, способны вызывать резонансные явления в конструктивных элементах исторических зданий, усугублять имеющиеся дефекты кладки, разрушать декоративные элементы и провоцировать накопление усталостных повреждений в материалах с исходно сниженными прочностными характеристиками [3].

Исторические здания и сооружения принципиально отличаются от объектов современного строительства по комплексу физико-механических характеристик. Их повышенная уязвимость к акустическим и вибрационным воздействиям определяется следующими факторами.

**Возраст и деградация материалов.** Большинство объектов культурного наследия (ОКН) эксплуатируется десятилетиями и столетиями. За этот период конструкционные материалы (кирпич, известняк, туф, природный камень, древесина перекрытий) претерпевают естественное старение, карбонизацию, биопоражение, многократные циклы замораживания–оттаивания. В результате снижаются остаточная прочность и трещиностойкость, возрастает неоднородность свойств, а способность элементов сопротивляться динамическим нагрузкам существенно ухудшается.

**Архитектурно-декоративные элементы.** Тонкостенные и слабоармированные элементы (лепнина, барельефы, тяги, карнизы, изразцовые панно, витражи) обладают выраженными собственными частотами. При совпадении этих частот с доминирующими спектральными компонентами строительного шума и вибраций возможны резонансные эффекты, приводящие к локальному росту амплитуд колебаний и ускоренному разрушению.

**Особенности исторической кладки.** Кладка XVII–XIX веков, выполненная на известковых растворах, как правило, имеет меньшую адгезию и сдвиговую прочность по сравнению с кладкой на современных цементных составах. Это повышает чувствительность к повторным циклическим воздействиям и способствует прогрессирующему раскрытию трещин и расслоению швов при динамических нагрузках.

**Накопленные дефекты и повреждения.** Наличие трещин, расслоений, зон деструкции и ослабленных контактов превращает конструкцию в систему с концентраторами напряжений. В таких зонах даже умеренные акустические и вибрационные воздействия могут вызывать непропорционально выраженный прирост

повреждений вследствие усталостных механизмов и локальной потери сцепления материалов.

Строительно-монтажные работы (СМР) формируют широкий спектр акустических и вибрационных нагрузок. К основным источникам относятся:

- **сваебойное и вибропогружное оборудование** — генерация мощных низко- и среднечастотных компонентов; уровни звукового давления порядка 100–130 дБ на расстоянии 1 м; характерный диапазон частот 10–200 Гц;
- **строительная техника** (экскаваторы, бульдозеры, краны, самосвалы) — широкополосный шум 70–105 дБ;
- **отбойные молотки и перфораторы** — высокочастотный ударный шум 95–115 дБ, выраженная импульсность воздействия;
- **дробильное и сортировочное оборудование** — широкополосный шум 95–108 дБ;
- **бетономешалки и бетононасосы** — шум 75–90 дБ;
- **взрывные работы** (при применении) — импульсное акустическое воздействие с пиковыми давлениями, способными вызывать тяжёлые повреждения исторических конструкций.

Акустические волны, распространяющиеся в воздушной среде и через грунтовый массив, воздействуют на конструкции ОКН по нескольким взаимодополняющим механизмам.

**Воздушно-акустическое воздействие.** Звуковые волны, достигая поверхностей ограждающих и декоративных элементов, создают переменное давление. При совпадении частоты возбуждения с собственными частотами элементов возникают резонансные колебания. Для тонких штукатурных слоёв и декоративных деталей это особенно критично, поскольку их собственные частоты нередко лежат в диапазоне 80–400 Гц, характерном для ряда источников строительного шума [4,5].

**Структурные вибрации (передача через грунт и основания).** Вибрации от вибропогружного оборудования и тяжёлой техники передаются через грунт на фундаменты и далее на стены и перекрытия. При длительном воздействии вероятно усталостное накопление микрповреждений, прежде всего в зонах концентрации напряжений и на ослабленных контактах (растворные швы, границы слоёв отделки, сопряжения элементов).

**Инфразвуковое воздействие.** Низкочастотные компоненты (ниже 20 Гц) слабо затухают при распространении и способны возбуждать заметные перемещения массивных элементов (пилонов, колонн, сводов) относительно опорных узлов, повышая риск прогрессирующих деформаций и раскрытия трещин.

Обобщённо уровень звукового давления  $L_p$  на расстоянии  $r$  от точечного источника с уровнем звуковой мощности  $L_{W\_W}$  может быть оценён по зависимости:

$$L_p = L_w - 20 \lg(r) - 11 \text{ [дБ]},$$

где  $L_w$  — уровень звуковой мощности источника (дБ),  $r$  — расстояние до источника (м).

При оценке нормируемого уровня вибрации на конструктивных элементах ОКН в качестве параметра часто используют виброускорение  $a$ . Условие допустимости может быть записано в виде:

$$\alpha \leq \alpha_{\text{доп}} = \frac{\sigma_{\text{доп}}}{E * \rho * f}$$

где  $\sigma_{\text{доп}}$  — допустимое напряжение для материала конструкции,  $E$  — модуль упругости,  $\rho$  — плотность материала,  $f$  — частота колебаний.

Регулирование акустического воздействия на объекты культурного наследия (ОКН) в Российской Федерации осуществляется на основе комплекса нормативных и методических документов, в том числе:

- ГОСТ 31295-2005 «Шум. Затухание звука при распространении на местности»;
- СП 51.13330.2011 «Защита от шума»;
- СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»;
- Федеральный закон № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации»;
- методические рекомендации по разработке проектов зон охраны ОКН (утверждаемые Минкультуры России).

Вместе с тем действующая нормативная база преимущественно ориентирована на санитарно-гигиеническое нормирование (защита населения и условий труда) и общие требования шумозащиты в строительстве [6,7]. Специализированные количественные критерии допустимого акустического и вибрационного воздействия, непосредственно привязанные к прочностным и деформационным характеристикам конструкций ОКН, в нормативном поле представлены недостаточно. Это формирует методический пробел при обосновании допустимых режимов СМР в непосредственной близости к ОКН и требует разработки/уточнения соответствующих критериев и процедур оценки риска.

Ключевым элементом обеспечения сохранности ОКН при проведении СМР является организация многоуровневого акустического и вибрационного мониторинга, выполняемого до начала работ, в период их производства и после завершения. Рекомендуемая структура мониторинга включает:

**Предпроектное обследование.** Фиксация исходного технического состояния ОКН (дефектов, трещин, зон отслоений, деформаций), выявление активных деструктивных процессов, а также измерение фоновых уровней шума и вибрации с формированием базы исходных данных для последующего сравнения [8].

**Текущий мониторинг.** Непрерывная либо регламентированная по времени регистрация уровней звукового давления и параметров вибрации (в частности, виброускорений) на выбранных конструктивных элементах и контрольных точках. Измерения выполняются сертифицированными шумомерами класса 1 и акселерометрами с возможностью автоматизированной передачи и архивирования данных, что обеспечивает оперативное выявление превышений и корректировку технологий производства работ.

**Постпроектный мониторинг.** Контрольное обследование по завершении СМР с оценкой остаточных деформаций, появления новых трещин и иных повреждений, сопоставлением с результатами предпроектного обследования и данными текущего мониторинга.

Меры по снижению акустического и вибрационного воздействия целесообразно формировать как взаимосвязанный комплекс территориально-планировочных, технологических, конструктивных и реставрационно-профилактических решений.

**Территориально-планировочные меры.** Оптимизация размещения источников шума и вибрации на строительной площадке с учётом положения и ориентации ОКН; максимальное возможное удаление наиболее интенсивных источников; использование естественных и искусственных экранов (рельеф, земляные валы, временные шумозащитные ограждения из специализированных панелей).

**Технологические меры.** Переход от ударных способов погружения свай к статическому вдавливанию или буронабивным технологиям; применение машин и механизмов с пониженными шумовыми характеристиками; установка виброизолирующих опор под оборудование; регламентация времени работы наиболее шумных механизмов (в том числе по суточным периодам и длительности непрерывных циклов).

**Конструктивные меры.** Устройство противовибрационных траншей (разрывов) между площадкой и ОКН с заполнением материалами, обеспечивающими требуемые демпфирующие и/или волноотражающие свойства (например, бентонитовые смеси, специализированные геосинтетические решения); применение виброизолирующих прокладок и элементов развязки в зонах потенциальной передачи колебаний на основания и конструкции.

**Реставрационно-профилактические меры.** Предварительное усиление наиболее уязвимых элементов: инъектирование трещин, закрепление отслаивающихся штукатурных слоёв, локальная стабилизация кладки; при необходимости — устройство временных страховочных конструкций под крупными декоративными деталями и элементами, имеющими риск падения при вибрационном воздействии.

При проектировании СМР в зоне влияния ОКН следует выполнять расчёт ожидаемых уровней шума на границе зоны охраны (или иной нормируемой границе) и в контрольных точках на поверхности конструкций. Для предварительной оценки эффективности акустического экрана снижение уровня звукового давления  $\Delta L_{\text{экp}}$  может определяться по выражению:

$$\Delta L_{\text{экp}} = 10 \lg \left( 3 + 20 + \left( \frac{h^2}{d_1 * d_2 * \lambda} \right) \right) \text{дБ}$$

где  $h$  — высота экрана (м),  $d_1$  — расстояние от источника до экрана (м),  $d_2$  — расстояние от экрана до расчётной точки (м),  $\lambda$  — длина звуковой волны (м).

В Таблице 1 приведена сравнительная оценка шумового воздействия строительных машин

Таблица 1

Сравнительная оценка шумового воздействия строительных машин и соответствия рекомендуемым уровням для охранных зон ОКН\*

| Источник шума / тип оборудования | Уровень звукового давления на расстоянии 1 м, дБ(А) | Уровень на расстоянии 50 м, дБ(А) | Уровень на расстоянии 100 м, дБ(А) | Рекомендуемый допустимый уровень для охранной зоны ОКН, дБ(А) | Превышение рекомендуемого уровня на расстоянии 50 м, дБ(А) | Рекомендуемое минимальное расстояние от ОКН, м |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Вибропогружатель свай            | 120–130                                             | 86–95                             | 80–89                              | 55                                                            | +31–40                                                     | $\geq 200$                                     |
| Сваебойный молот                 | 115–125                                             | 81–91                             | 75–85                              | 55                                                            | +26–36                                                     | $\geq 150$                                     |
| Отбойный молоток                 | 110–115                                             | 76–81                             | 70–75                              | 55                                                            | +21–26                                                     | $\geq 120$                                     |
| Экскаватор гусеничный            | 100–108                                             | 66–74                             | 60–68                              | 55                                                            | +11–19                                                     | $\geq 80$                                      |
| Бульдозер                        | 98–105                                              | 64–71                             | 58–65                              | 55                                                            | +9–16                                                      | $\geq 70$                                      |
| Башенный кран                    | 85–95                                               | 51–61                             | 45–55                              | 55                                                            | –4...+6                                                    | $\geq 50$                                      |
| Бетономешалка                    | 80–90                                               | 46–56                             | 40–50                              | 55                                                            | –9...+1                                                    | $\geq 40$                                      |
| Бетононасос                      | 75–85                                               | 41–51                             | 35–45                              | 55                                                            | –14...–4                                                   | $\geq 30$                                      |
| Виброплита (уплотнение грунта)   | 95–102                                              | 61–68                             | 55–62                              | 55                                                            | +6–13                                                      | $\geq 60$                                      |
| Дисковая пила по                 | 105–112                                             | 71–78                             | 65–72                              | 55                                                            | +16–23                                                     | $\geq 100$                                     |

| Источник шума / тип оборудования | Уровень звукового давления на расстоянии 1 м, дБ(А) | Уровень на расстоянии 50 м, дБ(А) | Уровень на расстоянии 100 м, дБ(А) | Рекомендуемый допустимый уровень для охранной зоны ОКН, дБ(А) | Превышение рекомендуемого уровня на расстоянии 50 м, дБ(А) | Рекомендуемое минимальное расстояние от ОКН, м |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| бетону                           |                                                     |                                   |                                    |                                                               |                                                            |                                                |

**\*Примечание.** Расчёт снижения уровней звукового давления с увеличением расстояния выполнен по закону обратных квадратов для условий открытой местности без учёта экранирования, отражений и атмосферного поглощения. В качестве ориентира для охранных зон ОКН принят уровень, сопоставимый с нормативами для жилой застройки по СН 2.2.4/2.1.8.562–96, с применением понижающего поправочного коэффициента, используемого в практике охраны объектов наследия.

Выводы по результатам исследования.

1. Акустическое воздействие строительно-монтажных работ следует рассматривать как значимый и зачастую недооценённый фактор риска для объектов культурного наследия. Для ряда распространённых строительных машин фиксируется превышение рекомендуемых уровней для охранных зон ОКН на 10–40 дБ(А), что соответствует увеличению интенсивности звука ориентировочно в 10–100 раз.

2. Наиболее неблагоприятными источниками шума являются вибропогружатели и сваебойные установки, отбойные молотки, а также дисковые пилы по бетону. Их применение в пределах охранных зон ОКН целесообразно максимально ограничивать; при невозможности исключения — заменять технологическими решениями с пониженной шумностью (в т. ч. безударными/статическими методами).

3. Действующая нормативная база Российской Федерации не устанавливает специализированных критериев допустимого акустического воздействия применительно к конструкциям и материалам объектов культурного наследия. Разработка таких критериев с учётом физико-механических характеристик исторических материалов, конструктивных схем и накопленных повреждений представляется приоритетной научно-практической задачей.

4. Проведение СМР вблизи ОКН должно сопровождаться обязательным инструментальным акустическим и вибрационным мониторингом на всех этапах строительства. Необходимо заранее задавать пороговые значения и регламентировать порядок оперативного реагирования, включая немедленную приостановку работ при превышении установленных порогов.

5. Комплекс проектных, технологических и организационных мер (противовибрационные и акустические экраны, замена ударных технологий на

статические, оптимизация размещения источников шума, временное усиление и защитные мероприятия для конструкций ОКН) способен обеспечить снижение акустической нагрузки ориентировочно на 15–25 дБ(А), что создаёт условия для более безопасного выполнения работ в непосредственной близости к памятникам.

6. Перспективным направлением является внедрение цифровых систем непрерывного мониторинга акустических параметров (и вибрации) с автоматизированной передачей данных органам охраны наследия и интеграцией с информационными моделями строительных проектов (BIM). Это позволит повысить оперативность контроля, прозрачность принятия решений и качество управления рисками.

### ***Библиографический список литературы:***

1. Гречишкин А.В., Антонов А.И., Гусев В.П., Жоголева О.А. Оценка влияния зазоров между акустическими экранами и опорной поверхностью на эффективность экранирования шума // Региональная архитектура и строительство. 2025. № 1 (62). С. 215-221.
2. Гречишкин А.В., Антонов А.И., Леденев В.И., Матвеева И.В. Экспериментальная оценка комбинированного метода расчета импульсного шума, распространяющегося в помещении // Региональная архитектура и строительство. 2024. № 3 (60). С. 214-222.
3. Гребнев П.А., Монич Д.В. Лабораторные исследования сверхвысокой звукоизоляции ограждений // Жилищное строительство. 2025. № 6. С. 17-24.
4. Дымченко В.В., Гребнев П.А., Бобылев В.Н., Монич Д.В., Барчуков С.В. Исследования звукоизолирующих свойств междуэтажных перекрытий с рулонными материалами при воздействии воздушного шума // Приволжский научный журнал. 2025. № 1 (73). С. 51-55.
5. Гарькина И. А., Малышева, К. С. Математическое моделирование: интерполяция, аппроксимация и оптимизация при анализе и синтезе сложных систем // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2022. – № 5(42). – С. 107-113.
6. Симонова И.Н. Эколого-экономическая эффективность мероприятий по уменьшению выбросов в атмосферный воздух на предприятии ЗАО "ФОТОН" (г. Пенза) // Экология урбанизированных территорий. – 2019. – № 1. – С. 16-19.
7. Абдуллазянов Э.Ю., Сабитов Л.С., Попов А.О., Гарькин И.Н. Геотехнический расчет влияния строительства объектов энергетики на окружающую застройку // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2025. Т. 17. № 1 (65). С. 3-9.

8. Гарькин И.Н. Математическая модель применения риск ориентированного подхода при ремонте сложной кровли объектов культурного наследия // Системные технологии. 2025. № 2 (55). С. 92-97.

## ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ АКВАТЕРМАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

*Девликамова Анастасия Сергеевна*  
кандидат архитектуры, доцент кафедры «Градостроительство»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»  
e-mail: aswork22@mail.ru

## FEATURES OF ARCHITECTURAL SOLUTIONS FOR AQUATHERMAL COMPLEXES

*Devlikamova Anastasiya Sergeevna*  
Ph.D., Associate Professor of the Department of Urban Planning  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»  
e-mail: aswork22@mail.ru

**Аннотация:** в данной работе проведен анализ архитектуры акватермальных комплексов. Строительство водных оздоровительных объектов в России, особенно в сегменте акватермальных комплексов, сегодня активно развивается. Проанализированы архитектурные решения современных акватермальных комплексов, как наиболее востребованного типа водных объектов, приближенных к потребителю и сочетающих оздоровительную и развлекательную составляющие. Выделены особенности архитектурных решений данных объектов.

**Ключевые слова:** акватермальные комплексы, архитектура, особенности архитектурных решений, функциональное зонирование.

**Abstract:** in this work analyzes the architecture of aquathermal complexes. Construction of water-based health facilities in Russia, particularly in the aquathermal complex segment, is currently rapidly expanding. This paper analyzes the architectural solutions of modern aquathermal complexes, which are the most popular type of water facility, offering a consumer-friendly experience and combining wellness and entertainment. The architectural features of these facilities are highlighted.

**Key words:** aquathermal complexes, architecture, features of architectural solutions, functional zoning.

В настоящее время активно развивается строительство водных оздоровительных объектов в России, особенно в сегменте акватермальных комплексов и санаторно-курортной

сферы. Растёт доля сетевых операторов, привлекаются частные инвестиции, продвигаются национальные проекты для создания условий для нового строительства и реконструкции объектов, ориентированных на круглогодичное использование и оздоровление населения. С 2025 года в рамках нацпроектов «Экологическое благополучие» стартовал федеральный проект «Вода России», ведётся работа по экологическому оздоровлению водоёмов и развитию рекреационного потенциала, что косвенно стимулирует строительство оздоровительной инфраструктуры не только вблизи водоемов, но и приближает водные оздоровительные объекты к жилью [1].

Цель статьи – выявление особенностей архитектурных решений современных акваториальных комплексов, как наиболее востребованного типа водных объектов, приближенных к потребителю и сочетающих оздоровительную и развлекательную составляющие.

К настоящему времени в России накоплен определенный опыт проектирования следующих объектов, реализующих функции водных развлечений и оздоровления: аквапарки, термы, акваториальные комплексы, многофункциональные комплексы. Данные объекты организуются следующими способами:

- 1) отдельно стоящие здания аквапарков с широким спектром водно-развлекательных аттракционов, могут включать зоны открытых водных развлечений на территории здания;
- 2) термы или термальные комплексы, реализуемые как самостоятельные здания. Например, оздоровительно - развлекательные центры для всей семьи площадью от 1 500 м<sup>2</sup> функционирующие на круглогодичной основе. В состав таких объектов включены бани, холодные и теплые бассейны с гидромассажными, аэромассажными установками. Используемая вода является чаще всего искусственной, а не геотермальной, что отличает данные объекты от классических природных термальных источников[2].
- 3) акваториальные комплексы - здания, сочетающие функции аквапарка и терм;
- 4) многофункциональные комплексы, где акваториальная зона является объемно-планировочной частью здания наряду с другими общественными функциями.

Достоинством акваториальных и многофункциональных комплексов является возможность учитывать различные аспекты, обеспечивающие рекреационные, оздоровительные и развлекательные функции для разновозрастных посетителей. Поэтому их строительство в России активно растет: к 2025 году введено в эксплуатацию около 60 комплексов площадью 340 тыс.кв.м [2]. В каждом крупном городе России анонсировано как минимум строительство одного комплекса.

По своей специфике акваториальный комплекс сочетает функции аквапарка, а также различные банно – оздоровительные зоны, присущие термам. Тем не менее,

проектирование и строительство ведется на основании «эмпирического» опыта по заданию заказчика, поскольку недостаточно представлена научная база и нормативные требования для проектирования аквапарков и некоторых водных объектов.

В России основными документами, регулирующими нормы содержания такого рода объектов, являются санитарные правила СанПиН 2.1.2.1331-03 “Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды аквапарков”, СП 31-113-2004 “Бассейны для плавания”, СанПиН 2.1.2.1188-03. 2.1.2. “Плавательные бассейны. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды. Контроль качества”. Нормы, касающиеся бассейнов, включая душевые, раздевалки, санитарные узлы, широко используются в проектировании акваториальных комплексов. Они применимы к любым плавательным бассейнам, однако, не учитывают специфику бассейнов в составе аквапарков и других акваобъектов, оборудованных не только аттракционами, но и иными видами оздоровительных мероприятий. Определение «Акваториальный комплекс» (как и «аквапарк») в нормативных документах отсутствует, включая Свод Правил «Общественные здания и сооружения» и ФЗ №123 о пожарной безопасности. Однако, существует ряд определений, которые дают специалисты по недвижимости в рамках продвижения акваториальных комплексов на рынок услуг.

Например, акваториальный комплекс – это многофункциональное пространство для отдыха, оздоровления и расслабления, объединяющее термальные бассейны с теплой водой, сауны (хаммамы, турецкие бани), SPA-зоны с гидромассажем, джакузи и развлекательные зоны для детей и взрослых [3].

Рассмотрим некоторые примеры и выявим особенности архитектурных решений акваториальных комплексов. Например, в европейских странах в основе современных концепций таких комплексов лежит многовековая история строительства общественных бань и сложившаяся культура их использования.

Варминский термальный комплекс или «Термы Варминске» — один из немногих курортов на севере Польши, использующих целебные свойства термальных вод. Площадь терм - 14528 м<sup>2</sup>. Особенностью этого объекта является его расположение в рекреационной территории с наличием гостиницы и ресторана для проживания и отдыха (рис.1, а) [4].

Термальный оздоровительный курорт Velké Losiny в Чехии (рис.1,б) включает крытый термальный бассейн в главном курортном отеле вместимостью 25 человек, термальный парк в курортной зоне, 9 крытых и открытых бассейнов, водные аттракционы, 2 водные горки, сауны (финскую, соляную, баню, ароматическую), ледовую камеру, помещения массажа, ресторан, летние дневные апартаменты, детский уголок [5].

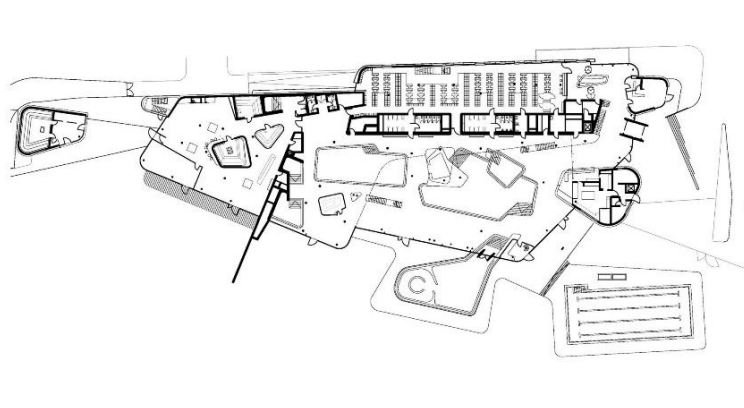
Планировка термального комплекса в Бад-Эмсе в Германии включает в себя бассейны с термальной водой, отдельные сауны и термы, а также помещения для фитнеса, а пространство между этими зонами архитекторы превратили в общую зону отдыха с бассейнами, шезлонгами и фитобаром. Часть комплекса хорошо видна с улицы (рис.1,в) благодаря полностью остекленному северному фасаду, тогда как стены помещений, требующих приватности, выполнены из бетона [6].



а)



б)



в1)



в2)

Рис. 1. а) термы Варминске; б) термальный оздоровительный курорт Velké Losiny в Чехии в) термальный комплекс в Бад-Эмсе: в1 - план, в2-видовой кадр;

В отечественной практике наиболее интересен многофункциональный комплекс «Океанис» в Нижнем Новгороде, расположенный на магистральной улице городского значения. Комплекс объединяет в едином объеме торговый центр и аквапарк с термальной зоной [7]. Зона аквапарка включает волновые бассейны, детские игровые зоны, бассейны с гидромассажем. Термальная зона включает бани сухого жара и паровые, бассейн. Сопутствующими зонами акватермального блока являются раздевалки, ресторан, кафе, фитнес центр, административно-бытовые и технические помещения (рис.2).

Аквапарк «Мореон», построенный в Москве в 2001 году, расположен в спальном районе. Многофункциональный комплекс имеет сложную планировку, состоящую из нескольких корпусов. В одном из корпусов располагаются аквапарк с бассейнами и саунами, термами, SPA-зоной и фитнес-центром, а также развлекательной зоной боулинга. Объект в 7 этажей имеет навесные фасады с витражами[8] (рис.3).

Термальный комплекс «Мира Термы. Сосновый бор» в Новосибирске (Рис.3), площадью 8000 кв.м., был построен в 2018 году. Объект имеет различные зоны для отдыха и оздоровления - зоны с банями разных традиций, просторная аквазона, антистресс-пространство для перезагрузки, собственный пляж, фудкорт с полезным меню, огромный выбор SPA-процедур. Комплекс позиционируется как место для спокойного отдыха и умиротворения в отличие от шумных аквапарков, предназначенных для активного отдыха (рис.4)[9].

Акватермальные комплексы, подразумевают интегрированное пространство, объединяющее множество функций и зон, таких как аквапарки, термальные зоны, СПА-процедуры, фитнес-центры и кафе, для развлечения и оздоровления населения.

Согласно гигиеническим требованиям, акваобъект размещается на обособленной территории в жилой, парковой или рекреационной зоне. Благоустройство территории акватермального комплекса должно включать парковки различного назначения. Нормы расчета стоянок автомобилей принимают из расчета одновременных посетителей акваобъекта. Размещение автостоянок для посетителей регламентируется требованиями санитарных правил по санитарно-защитным зонам и санитарной классификации предприятий, сооружений и иных объектов.

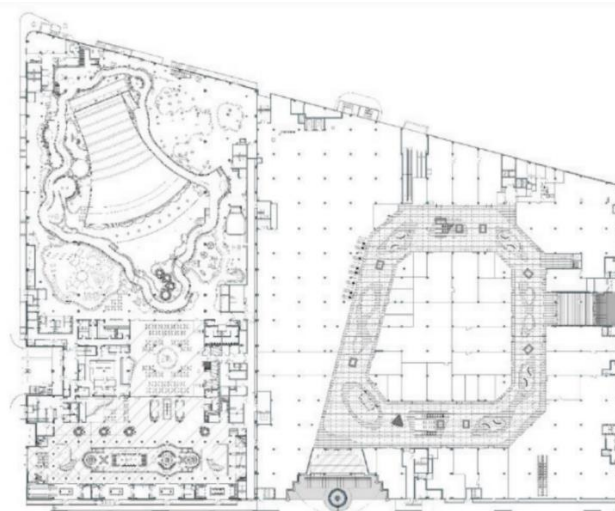


Рис. 2. Многофункциональный комплекс «Океанис», г. Нижний Новгород [10]

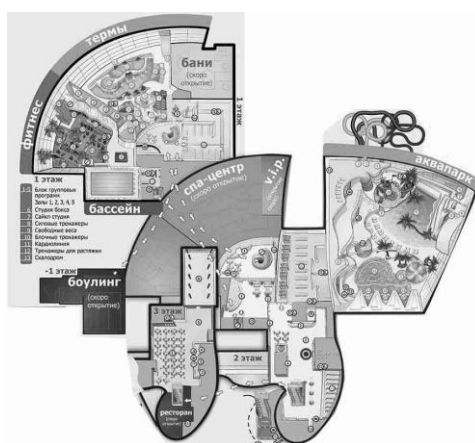


Рис. 3. Многофункциональный комплекс «Мореон», г. Москва



Рис. 4. «Мира Термы» в Новосибирске, схема плана

При сравнении уже существующих акватормальных комплексов, можно выделить две основные функциональные зоны: активная и пассивная. Активная зона отдыха включает в себя, прежде всего, зону бассейнов со всевозможными аттракционами. В свою очередь, ее можно разделить на зоны для взрослых, для детей, зоны приводнения. Пассивная зона включает в себя всевозможные сауны, хаммамы, зоны отдыха, джакузи, солярии, бассейны, расположенные в термальной части.

В современном понимании акватормальный комплекс представляет собой не только зону бассейна, но целую совокупность предприятий оздоровительной направленности. Помимо купания посетители пользуются услугами бань, СПА, фитнеса, кафе и ресторанов.

Акватормальный комплекс можно разделить на следующие основные функциональные блоки (рис.5):

- входная зона - вестибюль с гардеробом, ресепшеном, раздевалками, оборудованными шкафчиками для хранения одежды и душевыми;
- водная зона отдыха или аквазона (возможно деление аквазон на общую и детскую), состоящую из зоны бассейнов (волнового, детского, «глубокого» и приводнений), водных аттракционов и пляжной зоны;

- термальная зона, которая включает бассейн термальной воды, массажно-лечебные кабинеты, примыкающие бани и сауны, а также солярии и хаммамы;
- вспомогательные и подсобные помещения для размещения инженерных систем, складов, раздевалок, душевых и бытовок персонала и т.д.
- административная зона с помещением для персонала, с/у для персонала, помещением администрации и бухгалтерией;
- зона кафе с кухонным блоком;
- фитнес-зона с помещениями групповых занятий с раздевальными.

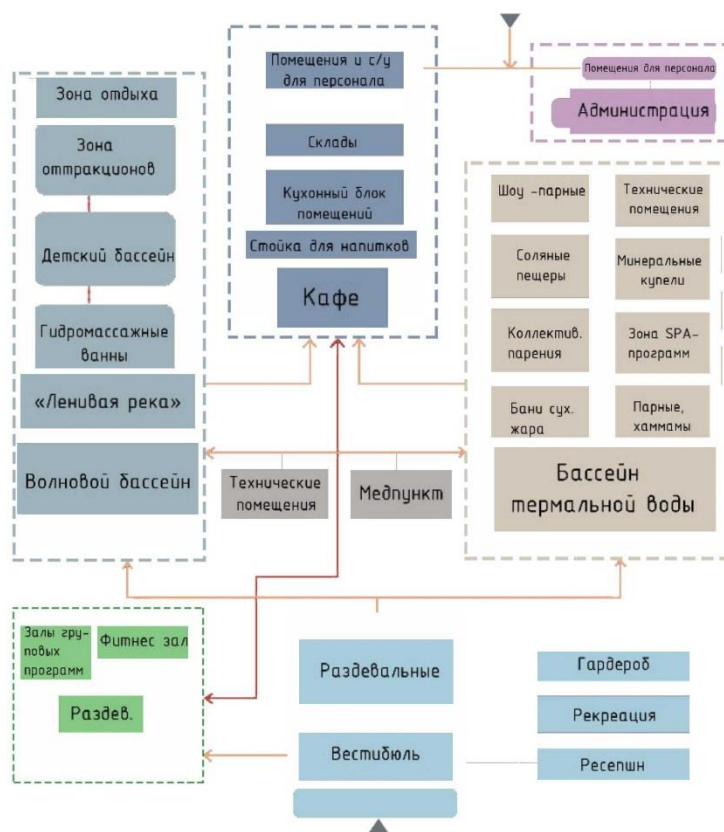


Рис. 5. Функционально-типологическая схема акватермального комплекса

На основе функционально-типологической схемы в рамках дипломного проектирования разработана концепция акватермального комплекса для г. Пензы в рамках дипломного проектирования по направлению подготовки 07.03.01 Архитектура.. С учётом градостроительных условий, транспортной и социальной инфраструктур была выбрана территория по адресу: г. Пенза, Железнодорожный район, вдоль ул. Измайлова – жилой район ГПЗ. Данная территория является интенсивно развивающейся под застройку многоквартирными жилыми домами повышенной этажности.

Наиболее выгодным расположением акватермального комплекса является участок вблизи наибольшего сосредоточения жилой застройки, нуждающейся в объектах оздоровительной направленности, приближенной к жилью (рис.6).



Рис. 6. Схема транспортно-пешеходных связей участка застройки под акватермальный комплекс

На участке предлагается организация открытого бассейна с ветро- и пылезащитной полосой древесных и кустарниковых насаждений шириной не менее 5 м со стороны проездов местного значения и не менее 20 м со стороны магистральных дорог с интенсивным движением. По периметру открытых ванн и групп плоскостных спортивных сооружений предусматривают полосу кустарниковых насаждений шириной 3 м. Зона открытых бассейнов представлена двумя бассейнами, с зоной загара и летним кафе, окруженными защитной полосой деревьев. Кроме того, на свободной территории участка рекомендуется предусматривать насаждения, создающие плотные ландшафтные группы из хвойных и лиственных пород деревьев, а также обычных и цветущих кустарников (рис.7).

На участке комплекса предусматриваются автостоянки для посетителей площадью 25 м<sup>2</sup> на машину на 90 машиномест. Автостоянка для персонала на 10 машиномест.

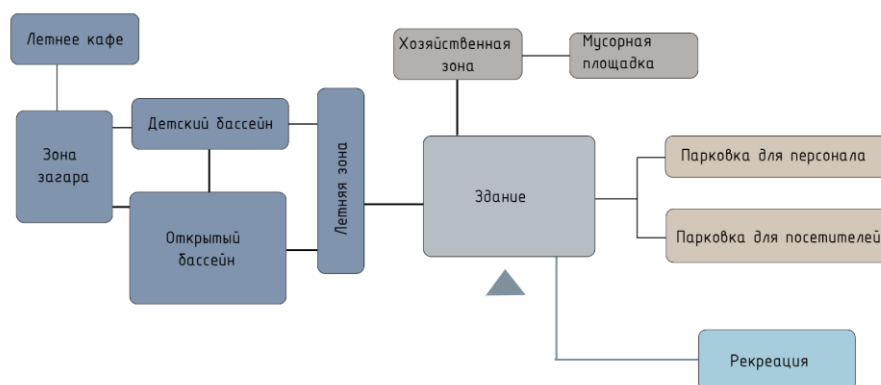


Рис. 7. Схема организации территории акватормального комплекса

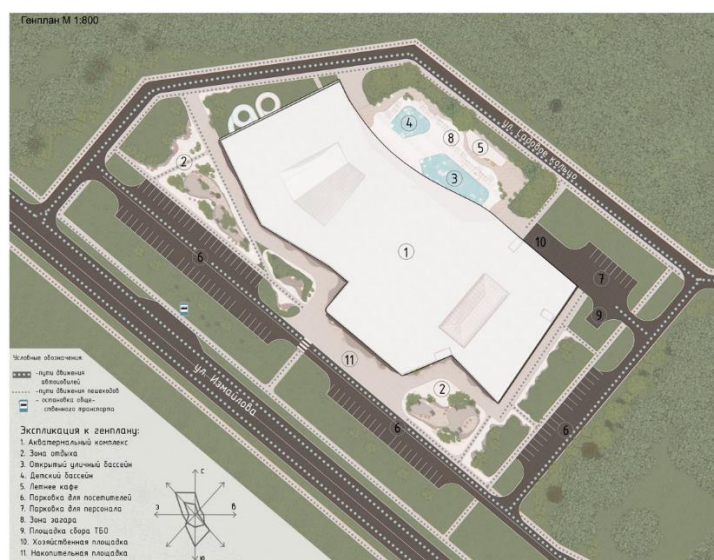


Рис. 8. Генеральный план акватормального комплекса (проектное предложение, ст. Оськина О.Е., рук. Девликамова А.С.)

Концепция проекта основана на создании акватормального комплекса, который представляет собой объединение двух зон - водной зоны отдыха и термальной зоны, сочетающие активный отдых с оздоровлением. Архитектурные решения учитывают природный ландшафт прилегающего сквера (рис.9). Технико-экономические показатели комплекса приведены в таблице 1.

Таблица 1

Технико-экономические показатели акватормального комплекса

| № | Наименование                       | Ед. измер.     | Количество |
|---|------------------------------------|----------------|------------|
| 1 | Общая площадь здания               | м <sup>2</sup> | 15588      |
| 2 | Расчетная площадь (без тех. этажа) | м <sup>2</sup> | 5275       |
| 3 | Площадь этажа на отметке +0,000    | м <sup>2</sup> | 6597       |

| № | Наименование                    | Ед. измер.     | Количество |
|---|---------------------------------|----------------|------------|
| 4 | Площадь этажа на отметке +5,000 | м <sup>2</sup> | 2970       |
| 5 | Площадь этажа на отметке -3,000 | м <sup>2</sup> | 6021       |
| 6 | Строительный объем здания       | м <sup>3</sup> | 81 034     |
| 7 | Количество этажей               | шт.            | 3          |
| 8 | Пропускная способность          | Чел/час        | 300        |



Рис. 9. Внутренний двор акватормального комплекса (проектное предложение, ст. Оськина О.Е., рук. Девликамова А.С.)

Концепция организации внутреннего пространства комплекса базируется на развлекательном и оздоровительном назначении с учетом эксплуатационных требований. В оформлении интерьера могут использоваться натуральные валуны и камни, а также массивы скал из торкретбетона с последующей обработкой и окраской поверхности под натуральный камень (рис.10, а).

При поиске варианта формы здания использована пластика фасада, напоминающая волну, проходящую через витражную часть аква- и термальной зоны. Аква-зона имеет больший объем и высоту (рис.10,б).

В планировке объекта присутствуют два атриумных пространства, которые обеспечивают естественное освещение в двух главных зонах акватормального комплекса, что соответствует концепции проекта - разделения зон на водную зону отдыха и термальную зону.

Вход на отметку +0,000 расположен со стороны улицы Измайлова. Вестибюльная зона первого этажа связана лестницей с рекреацией на втором этаже, которая связана с зоной помещений, предназначенных для занятий фитнесом, йогой и тренажерным залом. Вход в отдельные раздевалные (мужская и женская) осуществляется через вестибюль.

Ближе к выходу к водной зоне в раздевалных расположены санузлы, санузлы для МГН, душевые и подсобные помещения.



Рис. 10. а) Интерьер внутренней аквазоны; б) фасад аквадормального комплекса (проектное предложение, ст. Оськина О.Е., рук. Девликамова А.С.)

Блок водной зона отдыха представлен аквазоной с волновым бассейном, окруженным медленной рекой в форме канала, по которому медленно течет вода. Лестницы для вхождения в «реку» находятся в специальных карманах, расположенных по направлению течения для безопасности пловцов. По периметру медленной реки предусмотрены гидромассажные ванны, а также места для расположения лежаков, к которым проведены мостики для перехода к волновому бассейну через «реку».

Вспомогательные помещения и дополнительные функциональные зоны размещаются в торце основного зала аквапарка, которые огибают его, образуя угол, или выходят за его пределы. В зависимости от высоты зала акватории, сопутствующие помещения могут размещаться как на одном, так и на нескольких этажах.

В непосредственной близости от водной зоны отдыха находятся помещения для тренера, лаборатория для анализа воды, инвентарные. Помещение для оказания медицинской помощи расположено рядом с раздевалными, обеспечивая доступность для аквазоны и термальной части здания.

Высота зала бассейнов с аттракционами (от поверхности обходной дорожки до низа выступающих конструкций) 9 м, образуя второй свет. Панорамные окна первого этажа выходят на обустроенный внутренний двор с открытым бассейном. Выход на зону

открытого бассейна осуществляется через дополнительный тамбур, а также с помощью выплыва - канала с водой из «медленной реки».

Зона аттракционов представлена 2 горками с бассейнами приземления на отметке - 1.800. Горки выходят за пределы внутреннего пространства здания и выступают на фасаде. Рядом с аттракционной частью располагается детский плескательный бассейн с островками для релаксации. Во всех бассейнах предусмотрены лестницы для выхода из воды с каждой продольной стороны. Ширина выплыва принимается 2 м, а глубина (за пределами здания) - не менее 0,9 м. Расстояние от выплыва до торцевой стены ванны 2 метра. Над выплывами в стене здания предусмотрены гидравлические затворы. Ширина обходной дорожки всех ванн – не мене 3 м.

Центром термального блока здания является атриумное пространство над бассейном термальной воды, который представляет собой вытянутую ванну с температурой воды от 33 до 35 градусов, оснащенную гидромассажными установками, струями для массажа воротниковой зоны и небольшими фонтанами. По периметру термального бассейна на первом этаже расположены хаммамы и карманные пространства с саунами сухого жара 2х4 метра с душевыми. Вход в хаммам, где находятся массажные, происходит через тамбур с теплым воздухом. В термальной зоне первого этажа находятся гидромассажные ванны, дорожки Кнейпа и места отдыха с лежаками.

На втором этаже термального блока расположена зона соляных пещер с рекреацией, сауны сухого жара, финская сауна, русская баня, аромабаня, две шоу-парные. Так же на втором этаже располагается зона кафе с посадочными местами на 50 человек. Подсобные помещения при кафе расположены на первом этаже с выходом к буфету для посетителей как для аквазоны, так и для термальной части здания.

В зону кафе для второго этажа можно попасть из группы помещений, предназначенных для занятий физической культурой, фитнесом, йогой, для которых предусмотрены отдельные раздевалные и вход с помощью лестницы и лифта из вестибюля первого этажа.

Приведенные примеры позволяют выделить следующие особенности архитектурных решений акватермальных комплексов:

1) проектирование и строительство акватермальных комплексов требует адаптации к особенностям природно-климатических условий региона. В отечественной практике приоритетным является формирование здания закрытого типа, с небольшой сезонной, открытой зоной, которая также включает в себя развлекательные и оздоровительные услуги.

2) Используется схема планировки с выделением центрального пространства зального типа или атриумного пространства с высотой достаточной для организации водных аттракционов.

3) Основные функциональные блоки: входная зона; водная зона отдыха или аквазона (общая и детская), состоящий из зоны бассейнов, водных аттракционов и пляжной зоны; термальная зона (термальные бассейны, массажно-лечебные кабинеты, бани и сауны, а также солярии и хаммамы); вспомогательные и подсобные помещения, административная зона; зона кафе; фитнес-зона с помещениями групповых занятий с раздевальными.

4) наличие удобной, с точки зрения потребительских нужд, внутренней структуры с короткими и прямолинейными путями движения между зонами. Возможность разделения пространства на взрослую и детскую зону аквакомплекса.

5) пространство акватермального комплекса является многофункциональной экосистемой, предоставляющей условия для отдыха, развлечения и оздоровления, приближенное к жилью и используемое разновозрастными группами населения.

#### ***Библиографический список литературы:***

1. Пресс-служба Росводресурсов “Масштабные планы: в рамках нацпроекта предстоит улучшить условия проживания возле водных объектов”[Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://voda.gov.ru/press-tsenter/news/federalnye/560278/> (дата обращения: 22.02.2026).

2. NF Group. Рынок термальных комплексов РФ\_1 полугодие 2024 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://media.kf.expert/lenta\\_analytics/0/762/NF%20Group 202024.pdf](https://media.kf.expert/lenta_analytics/0/762/NF%20Group%202024.pdf) (дата обращения: 19.02.2026).

3. Акватермальный комплекс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://m-rest.ru/akvatermalnyi-kompleks/> (дата обращения: 10.02.2026).

4. Termy Warmińskie [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.konferencje.pl/o/termy-warminskie,19231.html>(дата обращения: 10.01.2026).

5. Velké Losiny [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.lazne-losiny.cz/ru/25175-termalnyj-park> (дата обращения: 23.02.2026).

6. Термальный комплекс в Бад-Эмсе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://archi.ru/projects/world/7996/termalnyi-kompleks-v-bad-emse> (дата обращения: 22.02.2026).

7. Гельфонд А.Л.. «Океанис» как тип многофункционального комплекса.[Текст] //Приволжский научный журнал. - №1 (65). - 2023г. - с. 193-199.

8. Аквапарк «Мореон» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://more-on.ru/> (дата обращения: 25.02.2026)
9. Мира Термы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://miratermy.ru/> (дата обращения: 25.02.2026)
10. Многофункциональный комплекс «Океанис» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://archi.ru/projects/russia/17474/mnogofunkcionalnyi-kompleks-okeanis> (дата обращения: 23.02.2026).

## АРХИТЕКТУРНО-ТУРИСТИЧЕСКИЙ МАРШРУТ КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ НОВОЙ ГОРОДСКОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ

**Денисова Анна Владимировна**

*магистрант направления подготовки 07.04.01 Архитектура  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: kalunchik2002@gmail.com*

**Соколова Наталья Владимировна**

*кандидат архитектуры, доцент, доцент кафедры «Градостроительство»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: sok.natali.2015@yandex.ru*

## ARCHITECTURAL AND TOURIST ROUTE AS A TOOL FOR FORMING A NEW URBAN IDENTITY

**Denisova Anna Vladimirovna**

*master's degree in the field of training 07.04.01 Architecture  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»  
e-mail: kalunchik2002@gmail.com*

**Sokolova Natalia Vladimirovna**

*candidate of Architecture, Associate Professor, Associate Professor of the Department of  
Urban Planning  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»  
e-mail: sok.natali.2015@yandex.ru*

**Аннотация:** рассматривается архитектурно-туристический маршрут как инструмент формирования городской идентичности в условиях трансформации современных городов. Актуальность исследования обусловлена изменением подходов к формированию идентичности городской среды и смещением акцента от преимущественно историко-культурного наследия к современным архитектурным и пространственным решениям. Архитектурно-туристический маршрут анализируется не только как форма организации туристического пространства, но и как механизм смыслового и символического конструирования образа города. В работе выявляется недостаточная разработанность вопроса целенаправленного проектирования архитектурных маршрутов в контексте формирования городской идентичности. Обосновывается потенциал архитектурно-туристического маршрута как инструмента формирования устойчивых идентификационных связей между современной архитектурой, городской средой и общественным восприятием. Результаты исследования могут быть использованы в практике градостроительного

проектирования, территориального маркетинга и формирования культурной политики города.

**Ключевые слова:** городская идентичность; архитектурно-туристический маршрут; современная архитектура.

**Abstract:** the article considers the architectural and tourist route as a tool for the formation of urban identity in the context of the transformation of modern cities. The relevance of the research is due to a change in approaches to the formation of the urban environment's identity and a shift in emphasis from primarily historical and cultural heritage to modern architectural and spatial solutions. The architectural and tourist route is analyzed not only as a form of organization of the tourist space, but also as a mechanism of semantic and symbolic construction of the image of the city. The paper reveals the lack of elaboration of the issue of purposeful design of architectural routes in the context of the formation of urban identity. The potential of the architectural and tourist route as a tool for forming stable identification links between modern architecture, the urban environment and public perception is substantiated. The results of the research can be used in the practice of urban planning, territorial marketing and the formation of cultural policy of the city.

**Key words:** urban identity, architectural tourist route, modern architecture.

Современное урбанистическое развитие происходит в условиях глобальной конкуренции. Города трансформируются в сложные многофункциональные системы, для которых задача создания комфортных и функциональных пространств, синтезирующих передовые архитектурные решения с актуальными общественными запросами, становится ключевым вызовом. В этой модели происходит фундаментальный пересмотр источников формирования городской идентичности. Если на протяжении столетий она базировалась почти исключительно на историко-культурном наследии, археологических памятниках и сложившейся исторической застройке, то сегодня ее источником все чаще становятся нарративы, сфокусированные на современности, технологических инновациях, человеко-ориентированном дизайне и высоком качестве городской среды в целом. Именно в этом актуальном контексте архитектурно-туристический маршрут предлагается рассматривать не в узком, утилитарном значении сервисной туристической услуги, а в качестве стратегического и многогранного инструмента формирования идентичности. Отсутствие методически обоснованной модели проектирования архитектурно-туристических маршрутов как инструмента стратегического позиционирования города, которая позволяла бы не просто демонстрировать объекты, а целенаправленно формировать и

транслировать новую, ориентированную на настоящее и будущее идентичность, обобщающую инновации, качество среды и общественные запросы в связный публичный нарратив, требует научного осмысления.

Цель исследования заключается в выявлении возможностей архитектурно-туристического маршрута на базе современной архитектуры в формировании городской идентичности. В рамках работы архитектурно-туристический маршрут рассматривается не только как форма организации туристического пространства и демонстрации архитектурных объектов, но и как механизм смыслового и символического конструирования образа города. Особое внимание уделяется анализу потенциала маршрута в формировании устойчивых идентификационных связей между современной архитектурой, городской средой и общественным восприятием, а также его роли в создании целостного нарратива, отражающего актуальные ценности, стратегические ориентиры и представления о настоящем и будущем городского развития.

В научных исследованиях городской идентичности сформированы обширные теоретические знания, в рамках которых данное понятие рассматривается с позиций архитектурной теории, урбанистики и социокультурного анализа. К данной проблематике обращались К. Линч, Г. В. Есаулов, В. Л. Глазычев и Е. А. Трубина, чьи труды заложили методологические основания анализа взаимосвязи городской среды, архитектуры и идентификационного восприятия пространства. В концепции К. Линча город трактуется как воспринимаемая структура, формируемая в сознании человека через систему устойчивых пространственных элементов — путей, границ, узлов, районов и ориентиров. Данные элементы обеспечивают читаемость городской среды и формируют целостный образ города, позволяющий субъекту соотносить себя с пространством [1]. В данном подходе городская идентичность определяется когнитивной картой города и последовательностью визуального восприятия пространственной структуры. Архитектурная интерпретация идентичности получила развитие в работах Г. В. Есаулова, который рассматривает ее как результат сохранения и воспроизводства символов тождества, обеспечивающих преемственность архитектурной среды. Архитектурная идентичность связана не с формальными характеристиками застройки, а с ее узнаваемостью и устойчивостью образов, закрепленных в коллективной памяти [2]. В отличие от когнитивного подхода К. Линча, акцент здесь смещается в сторону ценностно-символических оснований архитектурного пространства. В трудах В. Л. Глазычева городская идентичность рассматривается в контексте городской среды как смысловой системы, формируемой через сценарии освоения пространства, маршруты движения и систему визуально-смысловых акцентов [3; 4]. В данном подходе идентичность

определяется не совокупностью отдельных архитектурных объектов, а логикой пространственного опыта, складывающегося в процессе движения и последовательного восприятия городской среды. Характер городской идентичности наиболее последовательно раскрывается в работах Е. А. Трубиной, где идентичность трактуется как динамическая конструкция, формируемая через культурные практики, коллективную память и способы репрезентации городского пространства [5; 6]. Автор подчеркивает, что идентичность города не является статичной характеристикой, а конструируется в ходе постоянного взаимодействия человека с городской средой, в том числе посредством маршрутов восприятия и интерпретации архитектурных объектов. Сопоставление рассмотренных подходов позволяет зафиксировать общую исследовательскую позицию, согласно которой ключевое значение в формировании городской идентичности принадлежит пространственному опыту, образной структуре города и последовательности его восприятия.

В современных междисциплинарных исследованиях города понятие идентичности претерпело фундаментальную трансформацию, переместившись из плоскости описательной статики в область сложных динамических процессов. Сегодня проблема идентичности приобретает всё большее значение для всей сферы архитектуры — от масштаба градостроительных решений до уровня элементов благоустройства. Из профессионального жаргона проектировщиков этот термин перешел в официальные документы, став законодательно закрепленным критерием качества среды. Заимствованный из психологии и социологии, где он описывает способность личности к самоопределению через принадлежность к группе, месту или культуре, термин «идентичность» в архитектурном дискурсе сегодня применяется к объекту — городской среде, наделяемой свойствами уникальности, узнаваемости и внутреннего единства [7]. Таким образом, городская идентичность не отражает, а производит реальность, можно сказать, она является не фоном, а активным инструментом городского развития, будучи напрямую вовлеченной в процессы привлечения инвестиций, формирования человеческого капитала и конкуренции на глобальном рынке территорий.

Вместе с тем архитектурные маршруты до сих пор не рассматривались как самостоятельный объект исследования и не анализировались как целенаправленно проектируемый инструмент формирования городской идентичности. Как правило, маршруты фигурируют лишь как производные элементы спонтанного восприятия городской среды или абстрактные категории движения в пространстве. В этой связи представляется актуальным обращение к архитектурно-туристическому маршруту как к

особой форме пространственной организации и смыслового конструирования городской среды, что определяет дальнейшее направление настоящего исследования.

Отличие современного понимания архитектурно-туристического маршрута от традиционного экскурсионного формата заключается в отказе от пассивного показа унаследованных объектов. На смену этому приходит более активная функция маршрута как инструмента символического перекодирования городского пространства. Маршрут в этом случае, возможно, следует рассматривать как одну из точек роста городской среды. В связи с этим его ключевая задача смещается с простого информирования туристов на формирование более глубокого смыслового и эмоционального каркаса для самих горожан. Такой каркас, вероятно, способен содействовать укреплению чувства локальной принадлежности, гордости за место проживания и вовлеченности в процессы городской трансформации.

Наблюдаемый в последние десятилетия рост интереса к современной архитектуре создает для городов новые возможности стратегической самопрезентации. Отдельные объекты новой застройки, например, авангардные жилые комплексы, технологичные офисные центры, инновационные культурные институции или общественные пространства — перестают восприниматься обществом как разрозненные, сугубо утилитарные сооружения. В стратегической перспективе они превращаются в смысловые узлы новой, целостной городской истории. Задача архитектурно-туристического маршрута как инструмента формирования идентичности заключается, таким образом, в том, чтобы выстроить между этими узлами устойчивые логические, тематические и визуальные связи, создав целостный, убедительный и легко читаемый образ города, его «стиль». Этот образ, возможно, ориентирован уже не на прошлое, а на настоящее и будущее, визуализируя стратегические направления развития, экономические и культурные амбиции, а также ключевые ценности, провозглашаемые городским сообществом и властью.

С позиции проектирования городской идентичности формирование архитектурно-туристического маршрута представляет собой сложный и многокомпонентный процесс. Он требует междисциплинарного подхода, поскольку должен учитывать, как интересы различных аудиторий — от туристов до местных жителей, — так и инфраструктурные, финансовые и культурные ограничения. Кроме того, такой маршрут, безусловно, должен соотноситься с уникальными географическими и историческими особенностями конкретной территории. В этом процессе современная архитектура начинает играть ведущую роль, поскольку именно она наиболее наглядно формирует визуальную культуру города и непосредственно влияет на общественное восприятие городской среды.

Конкретный механизм воздействия архитектурных маршрутов на формирование идентичности может реализовываться, в том числе, через демонстрацию визуальной выразительности и медийного потенциала современной архитектуры. Ее инновационные и иногда футуристические формы, сложные геометрические решения и экспериментальные силуэты создают сильный визуальный стимул. Такой стимул, очевидно, не только привлекает внимание, но и сравнительно легко воспроизводится в цифровой среде, превращаясь в тиражируемый визуальный контент. Однако эта эстетическая составляющая не является самоцелью, а скорее выступает как коммуникационный ресурс для формирования желаемого образа города, его узнаваемости. Маршрут, аккумулируя и тематически группируя такие объекты должен способствовать формированию целостного образа города как динамичного, технологичного и ориентированного на будущее.

Мировая практика предоставляет достаточно показательные примеры того, как отдельные архитектурные объекты могут играть заметную роль в формировании новой городской идентичности. Такие проекты, как Музей Гуггенхайма в Бильбао, небоскрёб Бурдж-Халифа в Дубае или Оперный театр в Сиднее, изначально разрабатывались не только как функциональные сооружения, но и с учётом их потенциальной способности становиться визуальными доминантами и архитектурными символами территорий. Их уникальный, иконический визуальный язык порождает устойчивые, легко запоминающиеся образы-символы, которые мгновенно транслируются через глобальные медиаканалы и становятся не просто туристическими достопримечательностями, а фундаментом международного бренда целых городов, регионов и даже стран. Именно в этом контексте так называемый «эффект Бильбао» получил широкое распространение в урбанистической среде, обозначая ситуацию, при которой архитектурный проект способен существенно повлиять на экономическое, культурное и символическое позиционирование города. В этом смысле преобразующая сила архитектуры проявляется не только в физическом обновлении среды, но и в трансформации восприятия города.

Архитектурно-туристический маршрут, где объектом показа выступает современная архитектура, актуализирует важнейший культурный и социологический сдвиг: трансформацию восприятия архитектуры из сугубо утилитарной инженерно-строительной сферы в полноправный феномен зрелищности, интегрированный в поле визуальной культуры, искусства и даже шоу-индустрии. В рамках такого маршрута объекты современной застройки предстают перед зрителем не только и не столько в своей прямой функциональности (жить, работать, отдыхать), но и в качестве смысловых точек нового визуального языка. Этот визуальный язык активно циркулирует в медиасреде - от социальных сетей и профессиональных архитектурных медиа до масштабных

выставочных проектов в ведущих культурных институциях. Таким образом, маршрут наглядно раскрывает и использует способность современной архитектуры функционировать в качестве мощного коммуникатора, активного агента, который не просто формирует физическую среду, но и конструирует коллективное восприятие города, создавая и внедряя новые, актуальные культурные коды и смыслы.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что архитектурно-туристический маршрут по современным объектам может выступать в качестве одного из наиболее эффективных и гибких инструментов формирования новой городской идентичности и может рассматриваться в качестве элемента стратегического городского планирования, маркетинга и культурной политики. Его потенциал заключается не в простом отражении уже сложившейся урбанистической реальности, а в активном участии в её символическом и смысловом переосмыслении. Через архитектурные образы, пространственные сценарии и нарративы о прогрессе, инновациях и качестве городской среды маршрут формирует новые модели самоидентификации горожан и одновременно создает привлекательный образ города для внешней аудитории. Объединяя объекты современной архитектуры в систему визуальных, символических и пространственных связей, он формирует новую городскую идентичность, ориентированную не только на наследие прошлого, но и на образы настоящего и будущего. Тем самым он выполняет роль медиатора между физическим пространством, коллективным восприятием и стратегическими целями развития территории, переводя архитектуру из сферы материальных объектов в пространство культурных и символических значений.

#### ***Библиографический список литературы:***

1. Линч К. Образ города / пер. с англ. В. Л. Глазычева; сост. А. В. Иконников; под ред. А. В. Иконникова. – М.: Стройиздат, 1982. – 328 с.
2. Esaulov, G. V. (2018). Об идентичности в архитектуре и градостроительстве. Academia. Архитектура и строительство, (4), 12–18. <https://doi.org/10.22337/2077-9038-2018-4-12-18>.
3. Глазычев В. Л. Урбанистика. — М. : Европа, 2008. — 220 с.
4. Глазычев В. Л. Городская среда. Технология развития. — М. : Ладья, 1995. — 240 с.
5. Трубина Е. А. Город в теории: опыты осмысления пространства. — М. : Новое литературное обозрение, 2011. — 520 с.
6. Трубина Е. А. Городская идентичность и культурная память // Социологическое обозрение. — 2013. — Т. 12, № 2. — С. 45–63.

7. Скалкин А.А. Архитектурная идентичность города: понятие и методология исследования // *Architecture and Modern Information Technologies*. – 2018. – №2(43). – С. 87-97 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://marhi.ru/AMIT/2018/2kvart18/05\\_skalkin/index.php](http://marhi.ru/AMIT/2018/2kvart18/05_skalkin/index.php)

**ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВНУТРЕННЕГО МИКРОКЛИМАТА НА  
СОХРАННОСТЬ УБРАНСТВА В ЗАЛЕ БОГОСЛУЖЕНИЯ ПРАВОСЛАВНЫХ  
ХРАМОВ**

**Еремкин Александр Иванович**  
заведующий кафедрой «Теплогазоснабжение и вентиляция», доктор технических  
наук, профессор  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»  
e-mail: tgv@mail.ru

**Пономарева Инна Константиновна**  
кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «Информационное  
обеспечение  
управления и производства»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»  
e-mail: inna.ok007@rambler.ru

**Якашина Ольга Игоревна**  
студент  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»  
e-mail: tgv@mail.ru

**Мельникова Диана Александровна**  
студент  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»  
e-mail: tgv@mail.ru

**INFLUENCE OF INTERNAL MICROCLIMATE PARAMETERS ON THE  
PRESERVATION OF DECORATION IN THE WORSHIP HALL OF ORTHODOX  
TEMPLES**

**Eremkin Alexander Ivanovich**  
head of the Department «Heat and Gas Supply and Ventilation», Doctor of Technical  
Sciences, Professor  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»  
e-mail: tgv@mail.ru

**Ponomareva Inna Konstantinovna**  
candidate of economical sciences, associate professor «Information support management  
and production»  
FGBOU VO «Penza State University»  
e-mail: inna.ok007@rambler.ru

**Yakashina Olga Igorevna**  
student  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»  
e-mail: tgv@mail.ru

**Melnikova Diana Alexandrovna**  
student

**Аннотация:** в статье рассматривается актуальность сохранения историко-культурного наследия в православных сооружениях и нормативно-правовая база для выполнения организационных, разрешительных, реставрационных и исследовательских работ. Предложенные решения и технические устройства направлены на создание требуемых параметров климатизации и как следствия сохранения историко-культурных ценностей в православных сооружениях, удлинения цикла и сокращения финансовых затрат реставрационных работ.

**Ключевые слова:** микроклимат, конвективный поток, вытесняющая вентиляция, копоть, сажа.

**Abstract:** the article examines the relevance of preserving the historical and cultural heritage in Orthodox buildings and the regulatory framework for carrying out organizational, permitting, restoration and research work. The proposed solutions and technical devices are aimed at creating the required air conditioning parameters and, as a consequence, preserving the historical and cultural values in Orthodox buildings, extending the cycle and reducing the financial costs of restoration work.

**Key words:** microclimate, convective flow, displacement ventilation, soot, carbon black.

Сохранение историко-культурного наследия в православных сооружениях является актуальной проблемой в связи с неэффективностью системы климатизации в православных храмах, соборах и церквях. Для сохранения убранства требуются особые параметры чистоты воздуха в залах богослужения [1, 2, 3].

Православные сооружения являются не только носителем религиозной, но и культурной ценности, среди православных верующих и просто граждан, лояльно относящихся к христианской религии. Подобные храмы и соборы для богослужения располагаются и в странах Европы. В результате горения свечей и лампадного масла в помещении выделяется большое количество копоти, сажи, влаги и газов. Особенно разрушительным является копоть и сажа, которые оседают на поверхности убранства и наносят ему серьезный ущерб, требующий существенных экономических затрат на реставрационные работы. Исследования показали, что существующие системы климатизации не обеспечивают сохранность культурного наследия, необходимы более

эффективные технические решения для борьбы с вредностями от горящих церковных свечей и лампадного масла[4, 5].

Это особенно актуально с началом активного строительства новых, воссоздания и реконструкции разрушенных соборов, церквей, проведение реставрационных работ убранства, имеющего историческую, художественную и культурную ценность. На ряду с этим важно отметить, что ремонтно-восстановительные, исследовательские работы и работы по воссозданию конструкций храмов и соборов, а так же выполнение реставрационных работ убранства должны основываться на нормативно-правовой базе для получения разрешения для их выполнения.

Практика показала, что проведение исследований, внедрение разработанных научно-технических решений становится затруднительным, требующих решения многих процедурных мероприятий. Предлагаемая нормативно-правовая информация не позволяет решить организационные вопросы и в короткие сроки приступить к реализации исследований и работ.

Одним из путей климатизации является ассимиляция выделяющихся вредностей в зале богослужения. Для этого применяются известные методики расчетов воздухообменов [6, 7]

Объем приточного воздуха для разбавления выделяющейся теплоты от различных источников рассчитывается следующим образом:

$$L_{np} = \frac{3,6 \sum Q_{mi}}{(i_{yx} - i_{np}) * \rho_v}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (1)$$

где

$\sum Q_{mi}$  – суммарные теплоизбытки в зале богослужения;

$B_m, \rho_v$  – плотность внутреннего воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$i_{yx}, i_{np}$  – значения энтальпии уходящего и приточного воздуха, кДж/кг.

Расчет приточного воздуха для ассимиляции водяного пара рекомендуется определять следующим образом:

$$L_{np} = \frac{\sum g_w}{(\alpha_{yx} - \alpha_{np}) * \rho_v}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (2)$$

где

$\sum g_w$  – суммарные влаговыделения в зале богослужения, кг/ч;

$\rho_v$  – плотность внутреннего воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$\alpha_{yx}, \alpha_{np}$  – влагосодержание уходящего и приточного воздуха, гр/м<sup>3</sup>.

Расчет воздухообмена  $L_{кс}$ , м<sup>3</sup>/ч для ассимиляции копоти и сажи в воздухе зала богослужения выглядит следующим образом:

$$L_{кс} = \frac{\sum \vartheta_{кс}}{(C_{yx} - C_{np})}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3)$$

где

$\sum \vartheta_{кс}$  – количество копоти и сажи, выделяющихся в зале богослужения при сжигании свечей и лампадного масла, мг/ч;

$C_{yx}$  – объемная концентрация копоти и сажи в уходящем воздухе, мг/м<sup>3</sup>;

$C_{np}$  – объемная концентрация копоти и сажи в приточном воздухе, мг/м<sup>3</sup>.

На основе проведенных исследований разработана система местной вытяжной вентиляции с техническим устройством в виде зонта с подсвечником для улавливания и удаления копоти и сажи и других вредностей от горящих церковных свечей и лампадного масла применительно для Спасского кафедрального собора г. Пенза (Рисунок 1).

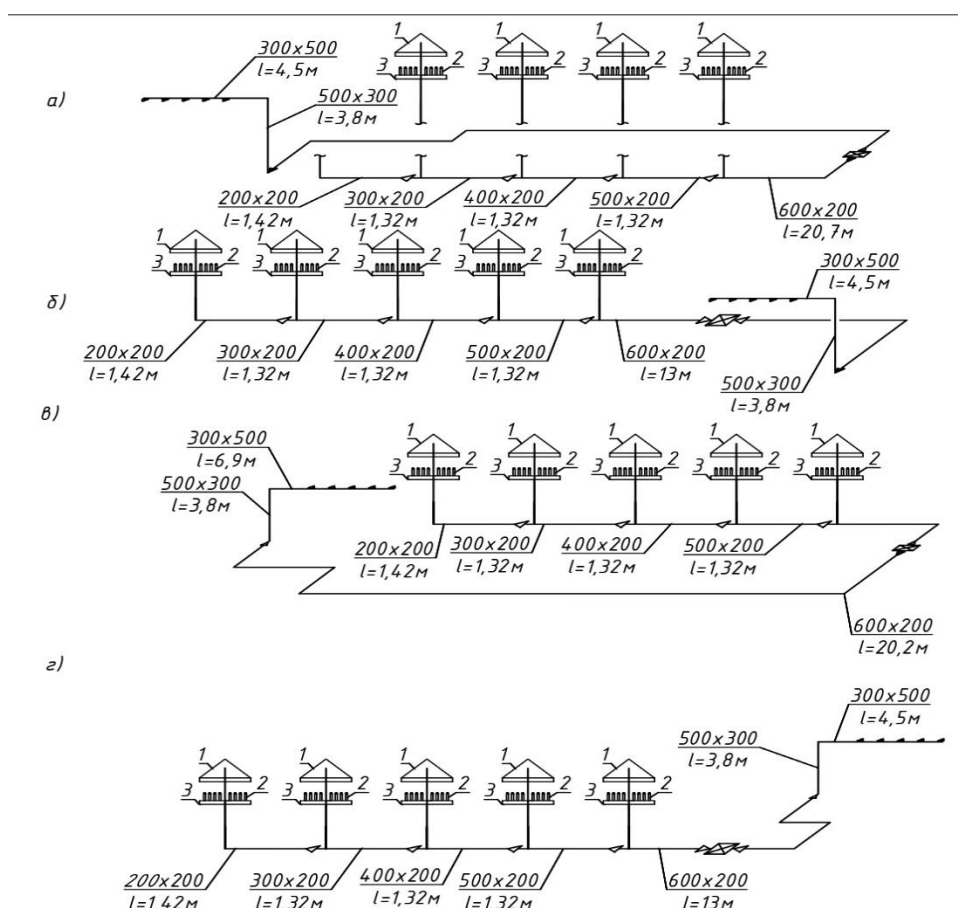


Рис. 1. Схемы систем местной вытяжной вентиляции с техническим устройством в виде зонта с подсвечником для улавливания и удаления копоти и сажи от горящих церковных свечей в Спасском кафедральном соборе города Пензы: а – система вытяжной

вентиляции В1; б – система вытяжной вентиляции В2; в – система вытяжной вентиляции В3; г – система вытяжной вентиляции В4; 1 – вытяжной зонт; 2 – церковные свечи; 3 – столешница подсвечника

Данное техническое решение способствует обеспечению на протяжении всего периода богослужения требуемого микроклимата и чистоту внутреннего воздуха, а так же сохранность убранства.

Проведенные исследования доказали эффективность применения данного технического устройства. Загрязненный конвективный поток не достигает внутренней поверхности стены, на которой размещено убранство зала богослужения, при этом сохраняется его первоначальный вид. Приведенные выше технические устройства в виде зонта с подсвечником и горизонтальной направляющей с дугой внутри запатентованы авторами.

В результате проведенных исследований было установлено, что «столб» загрязненного восходящего потока теплого воздуха формируется ближе к середине зала и не омывает стены, иконы, фрески, архитектурные элементы, золочение, роспись и т.п., сохраняя при этом их первоначальный привлекательный вид и существенно сокращая финансовые затраты и увеличивая цикл начала реставрационных работ.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Создание требуемых параметров климатизации в православных культовых сооружениях является актуальной задачей сохранения историко-культурного наследия.

2. Проведенные натурные исследования на ряде культовых православных сооружений в регионе установили, что системы климатизации не обеспечивают создание условий, необходимых для сохранения историко-культурного наследия в залах богослужения.

3. В данной статье дана оценка нормативно-правовая база для выполнения организационных, реставрационных, исследовательских работ в культовых православных и других сооружениях.

4. В результате проведенных исследований разработаны технические устройства и уточнена методика расчета воздухообмена, обеспечивающие параметры климатизации и как следствие сохранность историко-культурного наследия, а так же комфортные условия для прихожан.

5. Предложенные технические устройства позволяют локализовать и удалить копоть, сажу, влагу, газы из мест их образования и не допустить их попадания на поверхность убранства в зале богослужения. Технические устройства защищены патентами.

***Библиографический список литературы:***

1. Сотников А.Г., Боровицкий А.Г. Систематизация и обобщение характеристик местных вытяжных устройств – основа инженерной методики проектирования эффективных СПВ // Инженерно-строительный журнал. 2012. № 6(32). С. 54-59.
2. Столер В. Д., Савельев Ю. Л., Иванов Ю. А., Шегал В. Л. Эффективные устройства местной вентиляции на промышленных объектах. СПб.: Издательство «Лань», 2017.

**МЕТОДИКА ЛОКАЛИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА В  
ДВУХУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЕ ДОСТАВКИ ГРУЗА  
АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ**

***Жесткова Светлана Анатольевна***

*кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта»*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»*

*e-mail: s.zhestkova@yandex.ru*

***Зиннатуллин Валерий Наилевич***

*руководитель линейного подразделения автотранспортного предприятия*

*ПАО «Сургутнефтегаз»*

*e-mail: talakan3@mail.ru*

**METHOD FOR LOCALIZING A DISTRIBUTION CENTER IN TWO-LEVEL  
CARRIAGE DELIVERY SYSTEMS**

***Zhestkova Svetlana Anatolyevna***

*candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the*

*Department of Operation of Motor Transport»*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: s.zhestkova@yandex.ru*

***Zinnatullin Valery Nailevich***

*Head of the Line Department of the Motor Transport Enterprise*

*PJSC «Surgutneftegas»*

*e-mail: talakan3@mail.ru*

***Аннотация:*** в статье рассматривается задача определения оптимальной локализации регионального распределительного центра для двухуровневой логистической системы. Критерием оптимизации выступает минимизация временных затрат на доставку груза. Методика базируется на двухэтапном подходе: на первом этапе производится нахождение области возможного размещения посредством вычисления центра масс системы и построения маршрутов методом фиктивных узлов и ветвей; на втором этапе осуществляется дискретный выбор из конечного множества транспортных узлов, принадлежащих полученной области.

***Ключевые слова:*** логистика, маршрутизация, метод фиктивных узлов и ветвей, время доставки.

***Abstract:*** the article considers the problem of determining the optimal location of a regional distribution center for a two-level logistics system. The optimization criterion is to minimize the time required to deliver the cargo. The methodology is based on a two-step approach: in the first

*step, the possible location area is found by calculating the center of mass of the system and constructing routes using the method of dummy nodes and branches; in the second step, a discrete selection is made from a finite set of transport nodes that belong to the obtained area.*

**Key words:** *logistics, routing, dummy nodes and branches method, delivery time.*

При любых видах транспорта ключевой задачей при построении логистической сети является определение местоположения распределительного центра (РЦ). Это связано с тем, что транспортные затраты, достигающие 40–50% общих логистических издержек, напрямую зависят от выбранной локации. Процессы доставки товаров — от формирования маршрутов до выполнения погрузочно-разгрузочных работ — формируют операционную основу системы и в значительной степени определяют её итоговую эффективность [1]. Эффективность логистической системы обеспечивается координацией разнородных операций, нацеленной на снижение транспортных затрат и совершенствование управления материальными потоками [2].

Существующие подходы к определению локализации распределительных центров базируются преимущественно на гравитационных моделях (метод центра масс) либо на методах математического программирования. Однако большинство из них ориентированы на минимизацию расстояния перевозки и не учитывают временной фактор, который в современных условиях приобретает особое значение.

Особую сложность представляет определение местоположения регионального распределительного центра в двухуровневых системах, где необходимо одновременно учитывать доставку как от федерального узла до РЦ, так и от РЦ до конечных потребителей с учетом поставленных ограничений. В качестве ограничений могут выступать количество пунктов на маршруте, время доставки груза, грузоподъемность подвижного состава.

Несмотря на многочисленные исследования, единый параметр, всесторонне отражающий характер перемещения материальных потоков на автомобильном транспорте, к настоящему времени не установлен [3].

Для решения поставленной задачи была разработана методика по определению локализации регионального центра при распределении материальных потоков при двухуровневой системе доставки груза (рисунок 1) [5]. Критерием оптимального его расположения является минимальное время доставки груза от регионального узла в торговые предприятия и от федерального распределительного узла в пункт сбора [6].

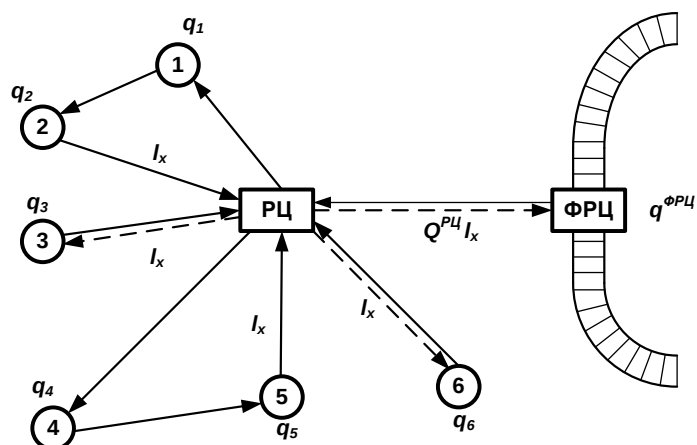


Рис. 1. Схема развозки грузов

Разработанная методика включает в себя несколько этапов:

Этап 1. Определяем район местоположения распределительного центра.

Шаг 1.1. Выбираем систему координат таким образом, чтобы координаты всех вершин транспортного графа были положительными.

Шаг 1.2. Находим первое расположение РЦ по формуле центра масс из теоретической механики

$$x_c = \frac{g_1 x_1 + g_2 x_2 + \dots + g_i x_i}{g_1 + g_2 + \dots + g_i},$$

(1)

$$y_c = \frac{g_1 y_1 + g_2 y_2 + \dots + g_i y_i}{g_1 + g_2 + \dots + g_i},$$

(2)

где  $x_c$  и  $y_c$  – координаты расположения грузового центра тяжести;

$x_i$  и  $y_i$  – координаты  $i$ -го пункта.

Шаг 1.3. Назначаем количество кольцевых маршрутов.

Шаг 1.4. Выбираем в качестве критерия оптимизации время.

$$T_i = \sum_{i=1}^n t_{ij} \rightarrow \min,$$

(3)

где  $n$  – число ветвей на маршруте.

Шаг 1.5. Переносим время, затраченное на движение по ветви, в ее вершину по ходу движения и суммируем со временем простоя в них.

Шаг 1.6. Решаем задачу маршрутизации для кольцевых маршрутов с ограничением по весу и количеству пунктов на маршруте методом фиктивных узлов и ветвей.

Проверяется выполнение ограничения по количеству пунктов обслуживания на маршруте:

$$k \leq N_i, \quad (4)$$

где  $k$ —количество торговых предприятий на кольцевом маршруте;

$N_i$ — допустимое число торговых точек на кольцевом маршруте, согласно поставленному ограничению.

И проверяется ограничение по массе груза на маршруте.

Условие не превышения массы перевозимого груза на кольцевом маршруте есть формула:

$$\sum_{i=1}^k g_i \leq E, \quad (5)$$

где  $E$  – допустимая масса перевозимого груза.

Шаг 1.7.Решаем задачу маршрутизации при перевозке груза по радиальным маршрутам с федерального распределительного центра.

Шаг 1.8. Проводим кусочно-линейную аппроксимацию полученных маршрутов.

Шаг 1.9. Разделяем общее время на время движения и простоя в пункте потребления. Время движения равно по величине площади прямоугольника, расположенного по длине ветви маршрута между пунктами, с ординатой величиной равной  $1/V$ .

Шаг 1.10. Вычисляем координаты центра тяжести эпюры времени движения на

$$x_c = \frac{\int_a^b x \sqrt{1 + (y')^2} dx}{\int_a^b \sqrt{1 + (y')^2} dx}, \quad (6)$$

$$y_c = \frac{\int_a^b y \sqrt{1 + (y')^2} dx}{\int_a^b \sqrt{1 + (y')^2} dx}. \quad (7)$$

Шаг 1.11. Находим второе расположение РЦ, используя время движения и простоя по каждому маршруту по аналогии с формулой определения точки центра масс:

$$X_c = \frac{t_1^{\partial\delta} x_1^{\partial\delta} + t_2^{\partial\delta} x_2^{\partial\delta} + \dots + t_i^{\partial\delta} x_i^{\partial\delta} + t_1^{np} x_1^{np} + t_2^{np} x_2^{np} + \dots + t_i^{np} x_i^{np}}{t_1^{\partial\delta} + t_2^{\partial\delta} + \dots + t_i^{\partial\delta} + t_1^{np} + t_2^{np} + \dots + t_i^{np}}, \quad (8)$$

$$Y_c = \frac{t_1^{\partial\delta} y_1^{\partial\delta} + t_2^{\partial\delta} y_2^{\partial\delta} + \dots + t_i^{\partial\delta} y_i^{\partial\delta} + t_1^{np} y_1^{np} + t_2^{np} y_2^{np} + \dots + t_i^{np} y_i^{np}}{t_1^{\partial\delta} + t_2^{\partial\delta} + \dots + t_i^{\partial\delta} + t_1^{np} + t_2^{np} + \dots + t_i^{np}} \quad (9)$$

где  $t_i^{ov}$  – время движения на участке маршрута;

$t_i^{np}$  – время простоя в пункте на участке маршрута.

Этап 2. Уточняем рациональное расположение РЦ.

Шаг 2.1. Находим ближайшие пункты расположенные вокруг РЦ по воздушной прямой при отсутствии дорог.

Шаг 2.2. Поочередно, ставим базу в выбранные вершины и определяем кольцевые маршруты с ограничениями методом фиктивных узлов и ветвей.

Шаг 2.3. Выбираем рациональное расположение базы с наименьшим потраченным временем.

В результате проведенного исследования разработана комплексная методика определения рационального местоположения регионального распределительного центра в двухуровневой транспортно-логистической системе. В отличие от классических подходов, ограничивающихся расчетом центра тяжести грузопотоков, предложенный алгоритм позволяет учитывать не только объемы потребления, конфигурацию маршрутной транспортной сети но и временные затраты на выполнение транспортных операций, включая движение и простой в пунктах разгрузки.

#### ***Библиографический список литературы:***

1. Асоян, А.Р. Создание оптимизированной динамической системы управления перевозками / А. Р. Асоян, В. В. Филатов, А. А. Акулов, В. В. Гаевский // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – № 3-1(78). – С. 58-64. – DOI 10.33979/2073-7432-2022-1(78)-3-58-64. – EDN EXFDRL.
2. Антропов, В. А. О задаче коммивояжера / В. А. Антропов, Е. М. Сорокина, А. Г. Хохлов // Экономика и предпринимательство. – 2024. – № 7(168). – С. 1246-1248. – DOI 10.34925/EIP.2024.168.7.246. – EDN XAXPTG.
3. Бурховецкий, В. В. Точное и приближенное решения задачи коммивояжера большого размера / В. В. Бурховецкий, Б. Я. Штейнберг // Вычислительные методы и программирование. – 2024. – Т. 25, № 4. – С. 476-482. – DOI 10.26089/NumMet.v25r436. – EDN GAHSAT.
4. Витвицкий, Е. Е. Исследование процесса разработки оперативных планов перевозок грузов помашинными отправлениями в городах при разных способах его организации / Е. Е. Витвицкий, Е. С. Галактионова, Н. И. Юрьева // Мир транспорта и технологических машин. – 2025. – № 3-1(90). – С. 34-41. – DOI 10.33979/2073-7432-2025-3-1(90)-34-51. – EDN TXHYGR.

5. Жесткова, С. А. Моделирование транспортно-логистических процессов сетевой доставки автомобильным транспортом / С. А. Жесткова // Мир транспорта и технологических машин. – 2025. – № 1-1(88). – С. 36-42. – DOI 10.33979/2073-7432-2025-1-1(88)-36-42. – EDN VBHCNY.

6. Жесткова, С. А. Методика определения местоположения регионального распределительного центра / С. А. Жесткова, С. Н. Ячинова // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2025. – № 3(82). – С. 70-75. – EDN WUTMOU.- 252 с.

7. Eremkin A.I., Ponomareva I.K. Analysis of the microclimate of the halls of worship. Journal of Physics: Conference Series. 2021. С. 012005.

8. Ерёмкин А.И., Пономарева И.К. Методика расчета воздухообмена системы кондиционирования воздуха вытесняющего типа в залах богослужения православных соборов // Региональная архитектура и строительство. - 2020. 3 (44). С. 161-168.

9. Ерёмкин А.И., Пономарева И.К., Багдасарян А.Г. Анализ и способы обеспечения микроклимата в православных храмах и соборах // Образование и наука в современном мире. Инновации. - 2020. 4 (29). С. 151-158.

**АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ  
ДОЛГОВЕЧНОСТИ АРХИТЕКТУРНО-ДЕКОРАТИВНЫХ БЕТОНОВ**

**Коровкин Марк Олимпиевич**

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии строительных  
материалов и деревообработки»*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: m\_korovkin@mail.ru*

**Ерошкина Надежда Александровна**

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии строительных  
материалов и деревообработки»*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: n\_eroshkinan@mail.ru*

**Журавлев Сергей Игоревич**

*студент технологического факультета*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: sergey.zhuravl228@gmail.com*

**Довгуль Елена Юрьевна**

*студент технологического факультета*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: lkassiopeya@mail.ru*

**Михайлова Елизавета Дмитриевна**

*студент технологического факультета*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: em0164782@gmail.com*

**THE ANALYSIS OF THE PROSPECTS OF METHODS FOR INCREASING THE  
DURABILITY OF ARCHITECTURAL AND DECORATIVE CONCRETE**

**Korovkin Mark Olimpievich**

*candidate of Technical Sciences, associate professor of the Department «Technology of  
building*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: m\_korovkin@mail.ru*

**Eroshkina Nadezhda Alexandrovna**

*candidate of Technical Sciences, associate professor of the Department «Technology of  
building*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: n\_eroshkinan@mail.ru*

**Zhuravlev Sergej Igorevich**

*student of the Faculty of Technology*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: sergey.zhuravl228@gmail.com*

**Dovgul Elena Yur`evna**  
student of the Faculty of Technology  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»  
e-mail: lkassiopeya@mail.ru  
**Mixajlova Elizaveta Dmitrievna**  
student of the Faculty of Technology  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»  
e-mail: em0164782@gmail.com

**Аннотация:** проведен анализ перспективных путей повышения долговечности архитектурно-декоративных бетонов за счет использования химических добавок. Показано, что достаточная стойкость к высолообразованию может быть достигнута только при использовании суперпластификаторов в комплексе с гидрофобизаторами, уплотняющими и замедляющими схватывание добавками.

**Ключевые слова:** архитектурно-декоративный бетон, долговечность, морозостойкость, высолообразование, суперпластификатор, уплотняющая добавка, гидрофобизация.

**Abstract:** an analysis of promising ways to increase the durability of architectural and decorative concretes by using chemical additives has been carried out. It has been shown that sufficient resistance to efflorescence can only be achieved by using superplasticizers in combination with hydrophobizers, compacting additives, and additives that slow down the formation of spores.

**Key words:** architectural and decorative concrete, durability, efflorescence, superplasticizer, compacting additive, and hydrophobization.

Анализ научно-технической литературы показывает, что интерес к использованию архитектурно-декоративных бетонов ежегодно возрастает. Это связано с большими возможностями, которые дает применение таких бетонов для создания строительных объектов и элементов благоустройства, а также с повышением требований к комфортности и эстетичности городской среды, экстерьера и интерьера зданий. При использовании архитектурно-декоративных бетонов в первую очередь учитываются широкие возможности достижения требуемых эстетических свойств их поверхности в результате применения различных технологических приемов – окрашивания, полировки, текстурирования, гравировки, использования топпингов и т.д.

Для архитектурно-декоративных бетонов, подвергающихся атмосферным воздействиям (попеременному замораживанию и оттаиванию, насыщению и

высушиванию), большое значение имеет способность сохранять структуру и свойства цементного камня, в первую очередь на поверхности бетона. Наиболее значимыми факторами для этого вида бетона являются его морозостойкость и стойкость к высолообразованию. Считается, что последнее явление не приводит к снижению физических свойств цементного камня в бетоне, а вызывает только изменение цвета поверхности. Однако некоторые исследователи отмечают [1, 2], что кристаллизация солей в поровом пространстве цементного камня близко к поверхности может ускорить деструктивные процессы.

Увеличение объемов использования архитектурно-декоративных бетонов произошло благодаря развитию их технологии, позволившему повысить технологичность и долговечность, снизить высолообразование на поверхности. Этот прогресс стал возможным в результате внедрения в технологию суперпластификаторов нового поколения и высокоактивных минеральных добавок [3]. Использование высокоэффективных суперпластификаторов дает возможность не только получить бетонные смеси с высокой удобоукладываемостью. Эти добавки позволяют в бетонных смесях с высокими технологическими характеристиками кардинально снизить водоцементное отношение, что обеспечивает бетону высокую прочность и низкую проницаемость. Такое изменение в структуре и свойствах бетона приводит к значительному повышению его коррозионной стойкости, прежде всего к морозостойкости. Кроме того снижение водопроницаемости бетона значительно уменьшает миграцию на его поверхность растворимых солей цементного камня, что минимизирует риск высолообразования и изменения цвета объемно-окрашенного бетона [3].

Внедрение в технологию бетона суперпластификаторов (суперводоредуцирующих добавок) позволило получать бетоны с низким водоцементным отношением, что обеспечивает высокую морозостойкость без использования воздухововлекающих добавок. Введение в состав таких бетонов воздухововлекающих добавок не приводит к значительному повышению морозостойкости, но является причиной снижения их прочностных характеристик. Опыт производства бетонов различного назначения, в частности бетона для транспортных сооружений, показал, что применение современных суперводоредуцирующих добавок позволяет получить высокую морозостойкость.

В тоже время проблему высолообразования на поверхности архитектурно-декоративных бетонов пока нельзя считать окончательно решенной.

Считается, что замещение части цемента метакраолином [4] позволяет значительно снизить высолообразование за счет связывания гидролизной извести. Однако данные,

приведенные в статье [5] показывают, что для полного связывания извести, выделяющейся при гидратации цемента необходимо заменить метакеолином 30-40 % цемента. С учетом того, что даже при введении в цемент 5-10 % этой добавки (также как и микрокремнезема) происходит значительное повышение водопотребности смешанного цемента невозможно полностью решить проблему высолообразования за счет использования высокоактивных минеральных добавок [6].

В связи тем, что введение в состав бетона только суперводоредуцирующих и высокоэффективных минеральных добавок не позволят полностью предотвратить высолообразование, целесообразно использовать их в составе комплексных добавок, включающих также добавки уплотняющего и гидрофобизирующего действия. Так в работах [3, 7] кроме минеральных и водоредуцирующих добавок рекомендуется использовать гидрофобизаторы, а в исследовании [8] изучена эффективность комплексной добавки, включающей в свой состав суперпластификатор и нитрат кальция. Нитрат кальция известен как многофункциональная добавка, ускоряющая, противоморозная и уплотняющая добавка. В работе [10] установлено, что нитрат кальция эффективно снижает щелочно-кремнезёмную реакцию за счёт поверхностной пассивации реакционно-способных заполнителей.

Недостатком нитрата кальция является повышение водопотребности цемента с этой добавкой и быстрая потеря подвижности бетонной смеси, особенно при низком В/Ц, что обусловлено сильным ускоряющим эффектом этой добавки. Для эффективного использования этой добавки необходимо обеспечить сохраняемость технологических характеристик смеси во времени за счет введения в состав комплексной добавки компонента, замедляющего схватывание цемента [8].

В качестве модификаторов, уплотняющих структуру бетона, в настоящее время используются добавки алюмосульфатного состава [9], которые при гидратации значительно увеличиваются в объеме и кальмотируют капиллярные поры цементного камня, значительно снижая его проницаемость. Авторы исследования [9] считают, что добавки сульфата железа не только уплотняют структуру цементного камня, но и повышают его стойкость к сульфатной и щелочно-кремнеземной коррозии.

Анализ результатов исследований различных авторов показывает, что использование только одно- или двухкомпонентной добавки в бетонах не позволяет решить проблему высолообразования. Это связано с тем, что миграция на поверхность бетона гидролизной извести и солей обусловлена фундаментальным побочным явлением гидратации цемента – выделением в поровое пространство гидроксидов и сульфатов кальция, натрия и калия. Эти соединения возможно полностью связать только при очень высокой дозировке

пуццолановых добавок (30-40 %), что, как уже отмечалось, неприемлемо из-за повышенной водопотребности таких составов смешанных цементов.

В качестве элемента комплексного решения проблемы высолообразования бетона возможно использование гидрофобизирующих составов, которые значительно снижают капиллярную миграцию влаги, и вынос на поверхность извести и солей [7]. Поверхностная гидрофобизация показала эффективность не только как профилактическая мера вторичной защиты от высолообразования. Авторы [11] показали, что этот способ позволяет удалить уже образовавшиеся высолы и предотвратить их повторное проявление на поверхности вибропрессованных бетонных стеновых камней.

В качестве первичной защиты от высолообразования могут быть использованы стеараты кальция, цинка и другие соли органических кислот [12]. Эти вещества, нерастворимые в воде, используются в виде высокодисперсных порошков. Они характеризуются высокой гидрофобностью поверхности, не вступают в химическое взаимодействие с цементом и продуктами его гидратации. Частицы этих порошков располагаются в капиллярах цементного камня и создают в них гидрофобный барьер, препятствуя движению водных растворов высолообразующих веществ и насыщения бетона водой, что обеспечивает его высокую морозостойкость.

Результаты исследования эффективности различных методов повышения долговечности архитектурно-декоративных бетонов, которая определяется, прежде всего его морозостойкостью и стойкостью к высолообразованию, показывают, что необходимая морозостойкость бетона может быть гарантировано получена за счет использования современных суперводоредуцирующих добавок. Применение этих добавок позволяет также замедлить, но не предотвратить процессы высолообразования за счет уменьшения объема капиллярных пор, по которым происходит миграция на поверхность бетона растворов, содержащихся в гидролизной извести и солей. Дополнительное снижение капиллярной пористости бетона может быть получено за счет использования уплотняющих добавок, таких как нитрат кальция, однако эта добавка должна использоваться в комплексе с замедлителем схватывания для предотвращения быстрой потери подвижности смеси.

Применение высокоактивных материальных добавок (микрокремнезема и метаксаолина) при их дозировке менее 30-40 % не позволяет полностью связать гидролизную известь. В связи с высокой водопотребностью смешанных цементов с такими добавками этот метод уменьшения процессов высолообразования следует считать неэффективным.

В качестве наиболее перспективного способа уменьшения высолообразования на поверхности архитектурно-декоративных бетонов можно считать совместное использование суперводоредуцирующих и гидрофобизирующих добавок, которые уменьшают объем капиллярных пор и их проницаемость для растворов высолообразующих веществ.

#### ***Библиографический список литературы:***

1. Харитонов, А. А. Образование высолов на бетоне / А. А. Харитонов // Молодой исследователь Дона. – 2022. – № 2(35). – С. 49-52.
2. Li, Q. A perspective view of salt crystallization from solution in porous media: morphology, mechanism, and salt efflorescence / Q. Li, Z. Wang, H. Guo et al. // Scientific reports. – 2024. – Vol. 14. – №. 1. – P. 23510.
3. Калашников, В. И. Морозостойкость окрашенных архитектурно-декоративных порошково-активированных песчаных бетонов / В. И. Калашников, О. В. Суздальцев, М. Н. Мороз, В. В. Пауск // Строительные материалы. – 2015. – № 3. – С. 16-19.
4. Study on the efflorescence behavior of concrete by adding metakaolin / Y. Luo, X. Gao, D. Wang et al. // Journal of Building Engineering. – 2024. – Vol. 83. – P. 108396.
5. Enhanced metakaolin reactivity in blended cement with additional calcium hydroxide / K. Weise, N. Ukrainczyk, A. Duncan, E. Koenders // Materials. – 2022. – Vol 15. – №. 1. – P. 367.
6. Исследование эффективности микрокремнезема и метакеолина для снижения высолообразования / М. О. Коровкин, Н. А. Ерошкина, С. И. Журавлев [и др.] // Вестник ПГУАС: строительство, наука и образование. – 2025. – № 2(21). – С. 40-45.
7. Судникович, Т. М. Исследование влияния минеральных добавок на снижение высолообразований на поверхности бетона / Т. М. Судникович // Проблемы современного бетона и железобетона : сб. науч. тр. / Ин-т БелНИИС; редкол.: О. Н. Лешкевич [и др.]. – Минск, 2018. – Вып. 10. – С. 261–272.
8. Повышение долговечности объемно-окрашенных архитектурно-декоративных бетонов / Коровкин М. О., Михайлова Е. Д., Довгуль Е. Ю., Журавлев С.И. // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2025. – № 6(61). – С. 156-164.
8. Wan, L. The effects of calcium nitrite on the mechanical properties and microstructure of early-age frozen cement paste / L. Wan, M. Yu, E. Wu, Y. Zhao // Materials. – 2024. – Vol. 17. – №. 10. – P. 2461.
9. Brykov, A. The impact of aluminum-and iron-bearing admixtures on the resistance of portland cement mortars to alkali-silica reaction and sulfate attack / A Brykov, A Anisimova, N Rozenkova // Materials Sciences and Applications. – 2015. – Т. 6. – №. 6. – С. 443.

10. Xiao R. et al. Calcium nitrate effectively mitigates alkali–silica reaction by surface passivation of reactive aggregates / R. Xiao, D. Prentice, M. Collin, M. Balonis, E. La Plante et al. // *Journal of the American Ceramic Society*. – 2024. – Т. 107. – №. 11. – С. 7513-7527.

11. Бабков, В. В. Проблемы высолообразования наружных стен зданий на основе вибропрессованных бетонных блоков и способы защиты стен от высолов / В. В. Бабков, Э. А. Гафурова, О. А. Резвов, А. В. Мохов // *Инженерно-строительный журнал*. – 2012. – № 7(33). – С. 14-22.

12. Калашников, В.И. Исследование солей органических кислот в качестве гидрофобизаторов портландцементных растворов / В.И. Калашников, К.Н. Махамбетова, М.О. Коровкин и др. // *Композиционные строительные материалы. Теория и практика: сборник. Научных трудов Международной научно-технической конференции*. Пенза: Приволжский Дом знаний, 2004. С. 111-114.

**ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ  
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО  
ИЗНОСА**

**Куимова Елена Ивановна**

*кандидат технических наук, доцент кафедры «МиММ»*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

**Кудишина Алина Эдуардовна**

*студент группы 23ИСТ1*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

**Салтыкова Софья Алексеевна**

*студент ИПМ (бд) 01-22*

*ФГАОУ ВО Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы*

*e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

**ASSESSMENT OF THE RESIDUAL LIFE OF LOAD-BEARING ELEMENTS OF  
BUILDING STRUCTURES UNDER CONDITIONS OF OPERATIONAL WEAR**

**Kuimova Elena Ivanovna**

*candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the department. "MiMM"*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

**Kudishina Alina Eduardovna**

*student of group 23IST1*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

**Saltykova Sofia Alekseevna**

*student IPM (Bd) 01-22*

*Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia*

*e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

**Аннотация:** анализируются теоретические и прикладные аспекты оценки остаточного ресурса несущих элементов строительных конструкций, подверженных длительному эксплуатационному воздействию. Проведён анализ современных подходов к диагностике технического состояния конструктивных элементов зданий и сооружений с учётом накопленного физического износа, усталостных повреждений и коррозионной деградации материалов. Предложена расчётная модель, позволяющая количественно оценить остаточный ресурс железобетонных и металлических элементов конструкций на основе параметров их фактического состояния. Приведён математический пример

*расчёта с использованием методов теории надёжности и вероятностного анализа. Результаты исследования могут быть использованы при проведении технических обследований, планировании ремонтно-восстановительных работ и принятии обоснованных инженерных решений о продлении срока службы эксплуатируемых объектов*

**Ключевые слова:** *остаточный ресурс, строительные конструкции, техническое обследование, физический износ, надёжность конструкций, коррозионная деградация, усталостные повреждения, вероятностный анализ, прогнозирование долговечности, железобетон, металлические конструкции, нормативный срок службы.*

**Abstract:** *this article examines the theoretical and applied aspects of assessing the residual life of load-bearing elements of building structures subject to long-term operational impact. Modern approaches to diagnosing the technical condition of structural elements of buildings and structures are analyzed, taking into account accumulated physical wear, fatigue damage, and corrosion degradation of materials. A calculation model is proposed that allows for a quantitative assessment of the residual life of reinforced concrete and metal structural elements based on their actual condition parameters. A mathematical example of the calculation is provided using methods of reliability theory and probabilistic analysis. The results of the study can be used in conducting technical surveys, planning repair and restoration work, and making informed engineering decisions about extending the service life of operational facilities.*

**Key words:** *residual life, building structures, technical survey, physical wear, structural reliability, corrosion degradation, fatigue damage, probabilistic analysis, durability prediction, reinforced concrete, metal structures, standard service life.*

Значительная часть эксплуатируемого в Российской Федерации жилого, промышленного и инфраструктурного фонда была возведена в период с 1950-х по 1990-е годы. По различным оценкам, доля зданий и сооружений, исчерпавших нормативный срок службы или приближающихся к его окончанию, составляет от 25 до 40% от общего числа объектов капитального строительства. В этих условиях проблема объективной оценки технического состояния несущих конструкций и определения их остаточного ресурса приобретает первостепенное инженерное и экономическое значение.

Под остаточным ресурсом конструктивного элемента понимается суммарная наработка от момента проведения обследования до наступления предельного состояния, при котором дальнейшая эксплуатация элемента становится невозможной или экономически нецелесообразной без проведения капитального ремонта либо замены [1,2].

Данное понятие неразрывно связано с концепцией надёжности сооружений, регламентированной в ГОСТ 27751-2014 и СП 20.13330.2017.

Актуальность темы обусловлена рядом взаимосвязанных факторов. Во-первых, экономическая целесообразность продления эксплуатационного ресурса существующих объектов в большинстве случаев значительно превосходит затраты на новое строительство. Во-вторых, участвовавшие аварии несущих конструкций свидетельствуют о недостаточности действующих методологических инструментов своевременного выявления критических дефектов. В-третьих, стремительное развитие численных методов расчёта, неразрушающего контроля и систем мониторинга открывает новые возможности для повышения точности прогнозирования долговечности строительных объектов [3,4].

В процессе длительной эксплуатации несущие конструктивные элементы подвергаются комплексному воздействию различных деградиационных процессов, которые условно можно разделить на три основные группы [5].

Первая группа — механические воздействия. К ним относятся циклические нагрузки, приводящие к накоплению усталостных микротрещин, ползучесть и релаксация напряжений в высоконапряжённых зонах, пластические деформации, выходящие за пределы нормативно допустимых значений.

Вторая группа — физико-химические процессы. Для железобетонных конструкций ключевыми являются карбонизация защитного слоя бетона, хлоридная коррозия арматуры, щелочно-силикатные реакции и вымывание цементного камня. Для металлических конструкций определяющим процессом выступает атмосферная или биохимическая коррозия, приводящая к уменьшению расчётного сечения несущих элементов.

Третья группа — технологические и эксплуатационные дефекты. В их числе — отклонения геометрических параметров от проектных значений, дефекты сварных соединений, появившиеся в процессе монтажа, непроектные пробивки и проёмы, несанкционированное увеличение эксплуатационных нагрузок.

Действующая нормативная база, в том числе ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния», предусматривает преимущественно детерминистический подход к оценке технического состояния конструкций, основанный на визуальном осмотре и сравнении фактических параметров с нормативными [6,7]. Данный подход обладает рядом существенных ограничений.

Прежде всего, детерминистические методы не учитывают статистический разброс прочностных характеристик материалов, фактических нагрузок и геометрических

параметров сечений, что ведёт к систематической погрешности при оценке несущей способности. Кроме того, существующие методики не позволяют строить количественные прогнозы скорости развития дефектов во времени, что не даёт возможности обоснованно планировать интервалы между обследованиями и объёмы ремонтных работ. Наконец, традиционные методы не учитывают взаимное влияние нескольких одновременно протекающих деградиационных процессов[8].

Наиболее перспективным инструментом оценки остаточного ресурса является вероятностный подход, рассматривающий несущую способность  $R$  и действующую нагрузку  $S$  как случайные величины с известными законами распределения. В рамках данного подхода безотказная работа конструкции обеспечивается при выполнении условия:

$$P(R > S) \geq P_0$$

где  $P_0$  — нормативное значение вероятности безотказной работы, установленное в зависимости от уровня ответственности сооружения согласно ГОСТ 27751-2014.

Остаточный ресурс  $T_{ост}$  определяется как момент времени, при достижении которого прогнозируемая вероятность безотказной работы снижается ниже нормативного порога  $P_0$ .

Для описания снижения несущей способности элемента во времени предлагается использовать следующую обобщённую модель:

$$R(t) = R_0 [1 - \varphi(t)]$$

где  $R_0$  — начальная несущая способность элемента, определяемая по проектным данным или результатам обследования;  $\varphi(t)$  — функция накопленного относительного повреждения, принимающая значения от 0 до 1.

Функция  $\varphi(t)$  для конструктивных элементов, деградация которых определяется преимущественно коррозионными процессами, описывается степенной зависимостью:

$$\varphi(t) = \alpha t^n$$

где  $\alpha$  — коэффициент скорости коррозии, определяемый по результатам натурных измерений или принимаемый по нормативным таблицам в зависимости от условий агрессивности среды;  $n$  — показатель степени, характеризующий нелинейность процесса деградации (для атмосферной коррозии стали обычно принимается  $n = 0,5-0,7$ ).

В соответствии с методологией, принятой в Еврокоде EN 1990, уровень безопасности конструкции характеризуется индексом надёжности  $\beta$ , связанным с вероятностью отказа  $P_f$  соотношением:

$$\beta = -\Phi^{-1}(P_f)$$

где  $\Phi^{-1}$  — обратная функция стандартного нормального распределения. Нормативное значение  $\beta$  для конструкций первого уровня ответственности при расчётном сроке 50 лет составляет 3,8.

Снижение индекса надёжности во времени описывается уравнением:

$$\beta(t) = \frac{\mu_R(t) - \mu_S}{\sqrt{\sigma_R^2(t) + \sigma_S^2}}$$

где  $\mu_R(t)$  — математическое ожидание несущей способности в момент времени  $t$ ;  $\mu_S$  — математическое ожидание действующей нагрузки;  $\sigma_R(t)$  и  $\sigma_S$  — соответствующие среднеквадратические отклонения.

Достоверность расчётных моделей существенно повышается при комплексном применении инструментальных методов диагностики. В их числе ультразвуковой контроль прочности бетона (ГОСТ 17624-2012), метод отрыва со скалыванием для определения фактической прочности бетона (ГОСТ 22690-2015), вихретоковый и магнитный методы контроля коррозионного состояния арматуры, тензометрия для оценки фактического напряжённо-деформированного состояния конструкций. Совокупность результатов инструментального обследования позволяет калибровать параметры деградационной модели  $\alpha$  и  $n$  применительно к конкретному объекту.

Дальнейшее развитие методологии оценки остаточного ресурса строительных конструкций представляется возможным по нескольким взаимодополняющим направлениям.

Первым и наиболее приоритетным направлением является интеграция систем долгосрочного мониторинга на основе встраиваемых датчиков деформаций, температуры и влажности с расчётными моделями деградации. Непрерывный поток данных о фактическом напряжённо-деформированном состоянии конструкций позволит в режиме реального времени корректировать прогнозные оценки остаточного ресурса и своевременно сигнализировать о приближении к предельным состояниям.

Вторым перспективным направлением является применение методов машинного обучения и искусственных нейронных сетей для обработки результатов массовых обследований и выявления статистических закономерностей деградации различных типов конструкций. Накопление достаточной базы данных по результатам обследований позволит перейти от эмпирических коэффициентов деградационных моделей к статистически обоснованным зависимостям.

Третьим направлением является развитие методов численного моделирования деградационных процессов с использованием метода конечных элементов в нелинейной постановке с учётом повреждённости материала. Сочетание физически нелинейного

МКЭ-анализа с вероятностными методами (метод Монте-Карло, метод поверхностей отклика) открывает возможности для существенного повышения точности прогнозов при расчёте конструктивных систем сложной геометрии.

Наконец, актуальным является развитие нормативной базы в части введения вероятностных критериев оценки остаточного ресурса в действующие СП и ГОСТ, что позволит унифицировать применение рассматриваемых методов в практике технических обследований.

Детерминистические методы оценки технического состояния конструкций, предусмотренные действующей нормативной базой, не обеспечивают достаточной точности прогнозирования остаточного ресурса, поскольку не учитывают статистический характер прочностных характеристик материалов и эксплуатационных нагрузок. Переход к вероятностным методам с использованием аппарата теории надёжности является методологически обоснованным и практически необходимым.

Предложенная расчётная модель деградации несущей способности на основе степенной функции накопленного повреждения  $\varphi(t) = \alpha \cdot t^n$  позволяет корректно описывать нелинейный характер развития коррозионных процессов и может быть откалибрована по результатам инструментального обследования конкретного объекта.

Разработанный на основе индекса надёжности алгоритм определения остаточного ресурса обеспечивает количественную оценку момента достижения предельного состояния и позволяет обоснованно планировать объём и сроки ремонтно-восстановительных мероприятий.

При проведении технических обследований объектов с истекшим или истекающим нормативным сроком службы необходимо наряду с визуальным осмотром в обязательном порядке выполнять инструментальные измерения геометрических параметров сечений и прочностных характеристик материалов с целью определения коэффициентов деградационной модели. Для объектов повышенного уровня ответственности следует применять вероятностный расчёт с определением индекса надёжности и его прогнозируемой динамики на расчётный период эксплуатации. При значениях индекса надёжности  $\beta < 2,0$  необходимо рассматривать варианты немедленного усиления конструкций или ограничения эксплуатационных нагрузок. Интервал между плановыми обследованиями должен устанавливаться с учётом прогнозной скорости деградации, но не превышать значений, нормированных в ГОСТ 31937-2011.

### ***Библиографический список литературы:***

1. Гарькин И.Н. Математическая модель применения риск ориентированного подхода при ремонте сложной кровли объектов культурного наследия // Системные технологии. 2025. № 2 (55). С. 92-97.
2. Попов А.О., Гарькин И.Н., Сабитов Л.С., Абдуллазянов Э.Ю. Использование технологий информационного моделирования при обследовании объектов культурного наследия // Инженерные исследования. 2024. № 1 (16). С. 23-29.
3. Абдуллазянов Э.Ю., Сабитов Л.С., Гарькин И.Н., Закирова М.А. Ресурсно-оптимизационный подход при ремонтных работах на объектах энергетического строительства башенного типа // Строительное производство. 2025. № 2. С. 105-111.
4. Абдуллазянов Э.Ю., Гарькин И.Н., Сабитов Л.С., Закирова М.А., Киямов И.К. Повышение износостойкости конструкций ветрогенераторов за счёт внедрения армированных полимерных материалов со смазочными компонентами // Инженерный вестник Дона. 2025. № 7 (127). С. 874-883.
5. Железняков А.А., Гарькина И.А. Экспертный подход при анализе и синтезе сложных систем // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2025. № 5 (60). С. 93-100.
6. Garkina I. Modeling of kinetic processes in composite materials // Contemporary Engineering Sciences. 2015. T. 8. № 9. С. 421-425.
7. Щепетова В.А., Балюков А.Е. Прогнозирование и разработка сценариев аварийных ситуаций в газовой котельной (на примере предприятия г. Пенза) // Проблемы региональной экологии. – 2019. – № 2. – С. 65-68.
8. Симонова И.Н. Эколого-экономическая эффективность мероприятий по уменьшению выбросов в атмосферный воздух на предприятии ЗАО "ФОТОН" (г. Пенза) // Экология урбанизированных территорий. – 2019. – № 1. – С. 16-19.
9. Будылина Е.А., Гарькина И.А., Данилов А.М., Пылайкин С.А. Аналитическое определение имитационных характеристик тренажных и обучающих комплексов // Фундаментальные исследования. 2014. № 6-4. С. 698-702.

**БИОНИКА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ КАК НАПРАВЛЕНИЕ  
УСТОЙЧИВОГО АРХИТЕКТУРНО-ИНЖЕНЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

**Лопатина Виктория Дмитриевна**

*студент группы 24 Ст22*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: lislopatina@gmail.com*

**Максяшева Арина Михайловна**

*студент группы 23 Ст11*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: arinamaxyasheva@yandex.ru*

**Снежкина Ольга Викторовна**

*заведующий кафедрой «Начертательная геометрия и графика»*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: o.v.snejkina@yandex.ru*

**BIONICS OF BUILDINGS AND STRUCTURES AS A DIRECTION OF  
SUSTAINABLE ARCHITECTURAL AND ENGINEERING DESIGN**

**Lopatina Victoria Dmitrievna**

*student, group 24St22*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: lislopatina@gmail.com*

**Maksyasheva Arina Mikhailovna**

*student, Group 23St11*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: arinamaxyasheva@yandex.ru*

**Snezhkina Olga Viktorovna**

*head of the Department of Descriptive Geometry and Graphics*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: o.v.snejkina@yandex.ru*

**Аннотация:** рассматривается бионика зданий и сооружений как междисциплинарное направление, объединяющее архитектуру, инженерные науки и биологию. Проанализированы теоретические основы биомиметики, методы переноса природных принципов в строительную практику, конструктивные и технологические особенности бионических объектов. Приведены реализованные примеры и выявлены преимущества данного подхода.

**Ключевые слова:** бионика, биомиметика, архитектура, устойчивое развитие, параметрическое моделирование, энергоэффективность, конструктивные системы.

**Abstract:** *this article examines the bionics of buildings and structures as an interdisciplinary field that integrates architecture, engineering, and biology. It analyzes the theoretical foundations of biomimetics, methods for transferring natural principles to construction practice, and the design and technological features of bionic structures. Implemented examples are presented, and the advantages of this approach are identified.*

**Key words:** *bionics, biomimetics, architecture, sustainable development, parametric modeling, energy efficiency, structural systems.*

Современное строительство ориентировано на снижение энергопотребления, повышение экологической безопасности и оптимизацию расхода ресурсов. В условиях глобальных климатических изменений особую актуальность приобретает поиск инновационных методов проектирования. Одним из таких методов является бионика — наука о применении принципов живой природы в технике и архитектуре.

Природные организмы эволюционно адаптированы к внешней среде, обладают высокой прочностью при минимальном расходе материала и демонстрируют эффективные механизмы теплообмена, вентиляции и саморегуляции. Эти свойства становятся моделью для создания новых архитектурных решений.

Развитие бионики в строительстве обусловило формирование новых конструктивных схем и технологических решений, основанных на принципах природной оптимизации. В отличие от традиционных прямолинейных и ортогональных систем, бионические конструкции характеризуются криволинейной геометрией, пространственной иерархичностью и высокой степенью структурной эффективности.

Одним из наиболее значимых технологических достижений является внедрение методов топологической оптимизации. Данный подход основан на алгоритмическом «удалении» избыточного материала из расчетной модели конструкции при сохранении заданных эксплуатационных характеристик. Принципы топологической оптимизации во многом повторяют процессы ремоделирования костной ткани, которая адаптируется к распределению нагрузок. По данным исследований в области вычислительного проектирования, применение алгоритмов генеративного дизайна позволяет снижать массу несущих элементов до 40 % без потери прочности.

Бионические сооружения ориентированы на использование пассивных механизмов регулирования микроклимата. В частности, принципы естественной вентиляции, наблюдаемые в термитниках, легли в основу проектирования зданий с пассивным охлаждением. Согласно данным отчёта UNEP, применение пассивных стратегий

вентиляции и освещения способно снизить эксплуатационные энергозатраты зданий до 30–50 %.

Адаптивные фасадные системы представляют собой ещё одно направление бионического проектирования. Они функционируют по принципу фототропизма растений — изменяют конфигурацию в зависимости от интенсивности солнечного излучения. Такие системы способствуют уменьшению перегрева и сокращению потребности в механическом кондиционировании.

Развитие бионики тесно связано с прогрессом в материаловедении. Современные композитные материалы имитируют слоистую структуру природных тканей, обеспечивая сочетание лёгкости и прочности. Особое внимание уделяется разработке биобетона, самовосстанавливающихся покрытий и фотокаталитических поверхностей. Последние обладают способностью разлагать загрязняющие вещества под воздействием солнечного света, что способствует улучшению качества городской среды. Так, по мнению Бенюс, внедрение биоинспирированных материалов является важным шагом к созданию «зданий как живых организмов», способных взаимодействовать с окружающей средой и адаптироваться к её изменениям.

Бионический подход предполагает рассмотрение здания как элемента экосистемы. Это включает анализ жизненного цикла объекта — от добычи сырья до утилизации конструкций. Современные международные исследования подчеркивают необходимость перехода к циркулярной модели строительства, где отходы одного процесса становятся ресурсом для другого. Бионические принципы, основанные на безотходности природных систем, соответствуют данной концепции.

Ниже приведены некоторые примеры реализации бионического подхода в архитектуре.

Храм Лотоса — один из наиболее известных примеров архитектурной бионики, вдохновлённый цветком лотоса. В отличие от чисто декоративного заимствования формы, конструкция храма представляет собой систему самонесущих «лепестков», выполненных из армированного бетона, которые объединены в пространственную оболочку. Исследования показывают, что такая геометрия распределяет нагрузки равномерно по поверхности всего сооружения и снижает потребность во внутренних опорах, что близко к идее конструктивной оптимизации природных оболочек, как это наблюдается в лепестках и раковинах живых организмов.

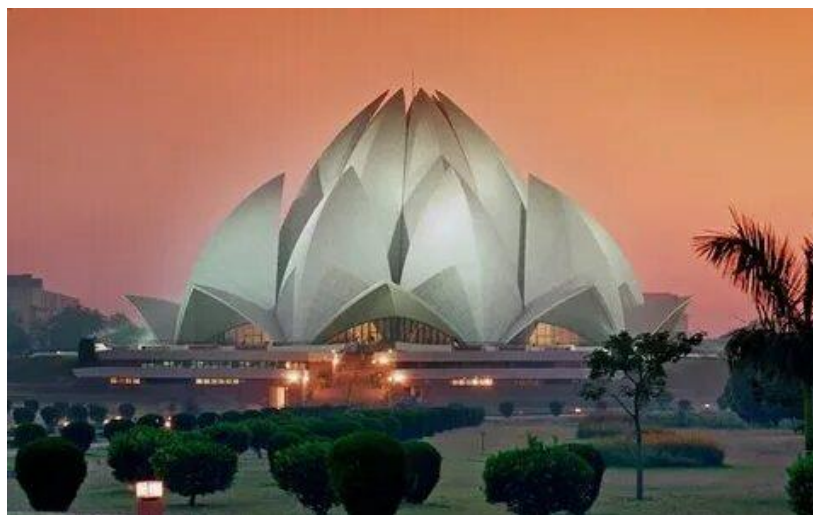


Рис. 1. Храм Лотоса (Дели)

Кроме того, форма способствует естественному вентилированию и освещению интерьера: большие криволинейные поверхности ориентированы так, чтобы направлять свет внутрь, снижая потребность в искусственном освещении — это пример функциональной биомиметики, когда природный прототип решает техническую задачу, а не только формальную.

Небоскрёб «Gherkin» Нормана Фостера представляет собой классический пример структурной бионики в высотном строительстве: форма здания была вдохновлена венериной корзинкой — морской губкой с сетчатой структурой, адаптированной к нагрузкам течений.



Рис. 2. Небоскрёб «Gherkin» (Лондон)

С инженерной точки зрения, его торпедообразная форма снижает ветровые нагрузки, а фасад с диагональной сеткой обеспечивает пространственную жёсткость и равномерное перераспределение горизонтальных сил. В сочетании с системой естественной вентиляции («двойная кожа» с открываемыми окнами) это приводит к снижению эксплуатационных энергозатрат по сравнению с традиционными небоскрёбами подобной высоты. Конструкция «Gherkin» демонстрирует, как бионические принципы помогают решать конкретные инженерные задачи: уменьшение ветровых воздействий и повышение энергоэффективности.

Концертный центр в Пекине, напоминающий каплю или «водную каплю» (другие бионические проекты вдохновлены гнездом птиц), также демонстрирует сложный интегрированный подход к форме и конструкции. Его оболочка — металлический купол на водной глади — обеспечивает высокую устойчивость при минимальном количестве несущих элементов, подобно природным каплевидным или сферическим формам, эффективно распределяющим давление по поверхности.



Рис. 3. Национальный центр исполнительских искусств (Пекин)

С инженерной точки зрения такая форма даёт преимущества: уменьшение ветровых нагрузок; снижение числа опорных элементов при сохранении пространственной жёсткости; возможность создания большого внутреннего объёма без традиционных колонн. Фасадные системы и гнутые панели здесь служат не только эстетике, но и оптимизации конструкции.

Здание модульного аэропорта в Мумбаи (Чхатрапати Шиваджи) использует ветвящуюся структуру колонн, похожую на дерево, что позволило организовать большое свободное пространство без плотных сеток колонн для улучшения перемещения потока людей.



Рис. 4. Международный аэропорт имени Чхатрапати Шиваджи (Мумбаи)

Пекинский национальный центр водных видов спорта применяет структуру, вдохновлённую пузырями мыла, обеспечивающую лёгкость и прочность оболочки с минимальным весом материалов, что облегчает монтаж и эксплуатацию.



Рис. 5. Пекинский национальный центр водных видов спорта

Анализ приведенных объектов подтверждает, что бионика в архитектуре выходит за рамки стилистического заимствования природных форм: она предлагает инженерно обоснованные конструкции, оптимизированные по нагрузкам, аэродинамике, энергоэффективности и использованию материалов. Эти примеры демонстрируют, как природные принципы — структурные, функциональные и морфологические — интегрируются в архитектуру и инженерные расчёты для создания устойчивых и инновационных сооружений. Таким образом, конструктивные и технологические особенности бионических сооружений демонстрируют переход от традиционного инженерного мышления к системному, экологически ориентированному проектированию.

Применение оболочечных структур, топологической оптимизации, адаптивных фасадов и инновационных материалов формирует основу устойчивой архитектуры будущего.

***Библиографический список литературы:***

1. Verbrugghe N., Rubinacci E., Khan A.Z. Biomimicry in architecture: a review of definitions, case studies, and design methods // Biomimetics. — 2023. — Vol. 8, № 1. — P. 107. DOI:10.3390/biomimetics8010107.
2. Article “From biology to biomimicry: Using nature to build better structures – A review” // Construction and Building Materials. — 2021. — Article 126195. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.126195>.
3. “What Inspires Biomimicry in Construction? Patterns, Trends, and Applications” // Coatings. — 2025. — Vol. 10, № 5, Article 259.
4. Архитектурная бионика / под ред. Ю.С. Лебедева. — М.: Стройиздат, 1990. — 264 с.

**ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СБОРОЧНЫХ УЗЛОВ В  
ПРОГРАММЕ КОМПАС-3D**

**Лысый Сергей Петрович**

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Начертательная геометрия и  
графика»*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: lysy.sergey2018@yandex.ru*

**Зуйков Сергей Сергеевич**

*студент группы 24СТ14*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: lysy.sergey2018@yandex.ru*

**Мирзаев Хамзат Исмаилович**

*студент группы 24СТ14*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: lysy.sergey2018@yandex.ru*

**THREE-DIMENSIONAL MODELING OF SUBASSEMBLIES IN  
THE COMPASS-3D PROGRAM**

**Lysy Sergey Petrovich**

*candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Descriptive  
Geometry and Graphics*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: lysy.sergey2018@yandex.ru*

**Zuikov Sergey Sergeevich**

*student of group 24ST14*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: lysy.sergey2018@yandex.ru*

**Mirzaev Khamzat Ismailovich**

*student of group 24ST14*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: lysy.sergey2018@yandex.ru*

**Аннотация:** в статье рассмотрен процесс моделирования и разработки сборочных узлов с помощью программы Компас – 3d. Проанализированы особенности работы с данной CAD – системой, описаны главные инструменты для создания 3d – моделей. Показаны этапы эскизирования, детализирования и сборки узлов. Приводятся примеры графических работ в Компас – 3d.

**Ключевые слова:** деталь, инструмент, узел, моделирование, программа.

**Abstract:** *the article discusses the process of modeling and developing subassemblies using the Compass – 3d program. The features of working with this CAD system are analyzed, and the main tools for creating 3d models are described. The stages of sketching, detailing, and assembly of nodes are shown. Examples of graphic works in Compass – 3d are given.*

**Key words:** *part, tool, node, modeling, program.*

Оформление конструкторской и проектной документации по стандартам ЕСКД и СПДС является важным этапом работы инженера. В настоящее время, для решения поставленных задач, широко применяется система автоматизированного проектирования Компас – 3d, разработанная российской компанией «АСКОН». Программа предназначена для создания трёхмерных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизированные конструктивные элементы [1].

Благодаря универсальности системы трёхмерного проектирования, простоте освоения и широким возможностям твердотельного моделирования программа заслужила доверие тысяч предприятий. Кроме этого, Компас – 3d содержит документы для проектирования объектов и изделий любой степени сложности. Все это дает возможность инженеру разработать полноценные модели здания, сооружения, изделия или сборки [2].

Целью работы является приобретение студентами навыков построения трехмерных моделей деталей и сборок в Компас – 3d.

Прежде чем создать сборку, необходимо построить трёхмерные модели деталей. После запуска программы необходимо выбрать команды «Создать» – «Деталь». В левом верхнем углу окна Компас – 3d появится «Дерево построения», где показаны оси координат. После создания новой детали в дереве построения появится элемент «Деталь», содержащий базовые элементы: начало координат, три ортогональные плоскости проекций  $\pi_1 - \pi_3$  и оси X, Y, Z [3].

Для создания объемных тел необходимо построить плоские изображения, которые называются эскизами. На одной из плоскостей проекций строится эскиз детали в масштабе М (1:1). Для придания объема эскизу выполняется операция «Выдавливание». Для получения более реалистичного отображения детали используются команды «Полутоновое» и «Полутоновое с каркасом». После создания всех 3d – моделей деталей сборочных узлов №1 – 3, файлы сохраняются в папку с документами.

На рисунке 1 представлен пример трёхмерной модели сборочного узла №1.

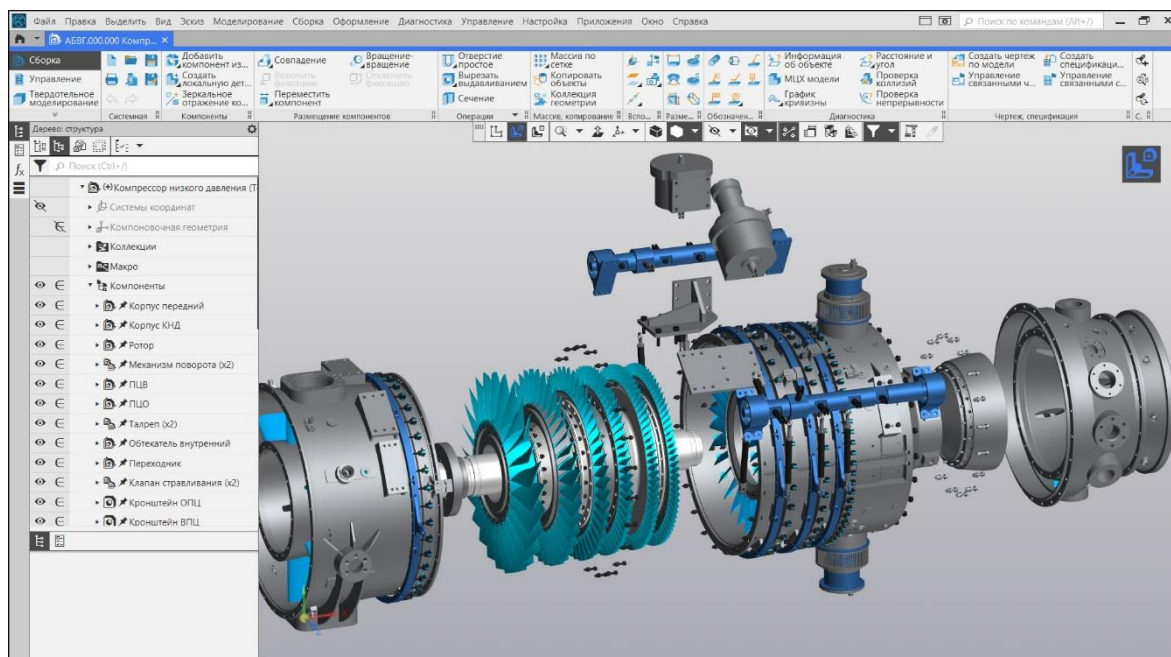


Рис. 1. Трёхмерная модель сборочного узла №1

На рисунке 2 представлен пример трёхмерной модели сборочного узла №2.

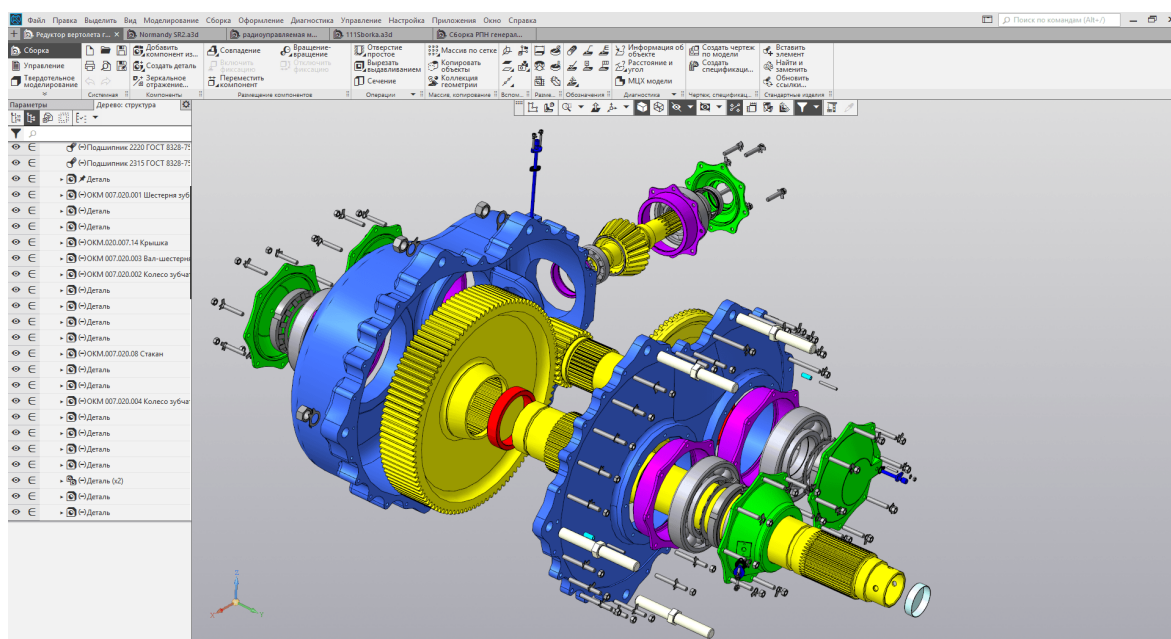


Рис. 2. Трёхмерная модель сборочного узла №2

В современных условиях проектирования и разработки механизмов важное значение приобретает создание эффективных сборочных узлов, которые не только обеспечивают высокую функциональность, но и отличаются простотой сборки и надёжностью при эксплуатации [4].

На рисунке 3 представлен пример трёхмерной модели сборочного узла №3.

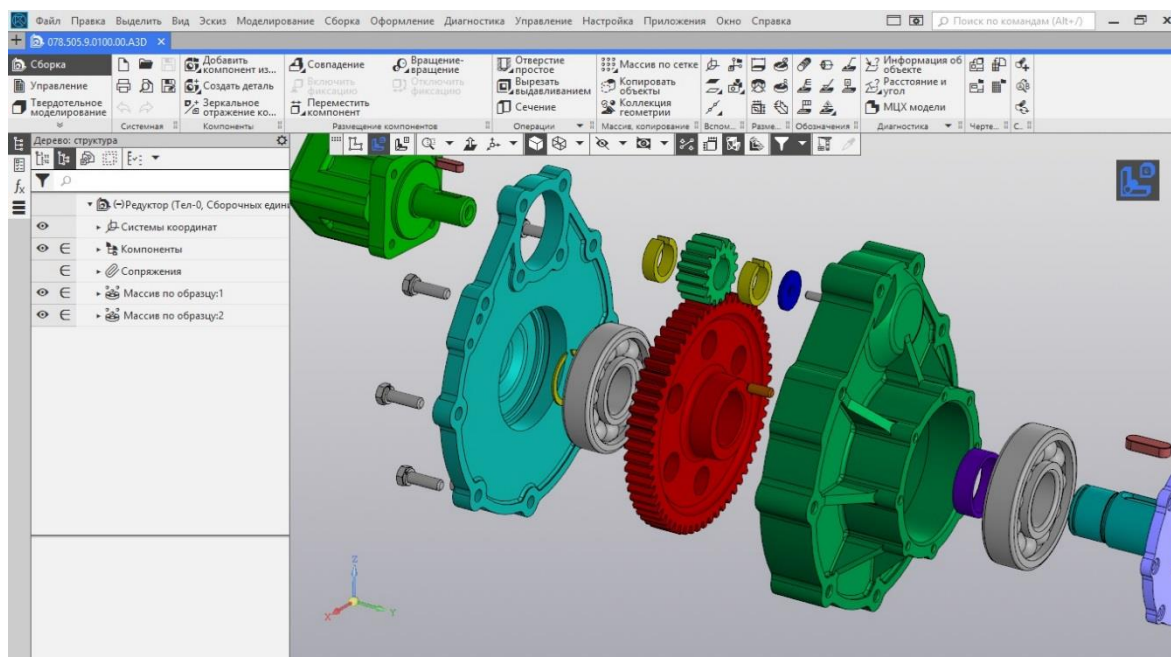


Рис. 3. Трёхмерная модель сборочного узла №3

В работе рассмотрен порядок разработки сборочных узлов в программе Компас – 3d. Основное внимание уделено принципу поэтапной работы с инструментами. Данный материал поможет инженерам эффективно справляться с задачами по созданию сложных сборочных узлов.

### ***Библиографический список литературы:***

1. Лысый, С.П. Проектирование изделий в программе Компас - 3d / С.П. Лысый, А.И. Гнусарев // Образование и наука в современном мире. Инновации, 2024. – № 1 (50). – С. 178-183.
2. Лысый, С.П. Методы анализа кривых и поверхностей программы Компас – 3d / С.П. Лысый, Д.В. Красиков // Образование и наука в современном мире. Инновации, 2024. – № 3 (52). – С. 236-245.
3. Лепаров, М.Н. О геометрических основах проектирования технического объекта [Текст] / М.Н. Лепаров // Геометрия и графика, 2023. – Т. 11. – № 4. – С. 3-14. – DOI: <https://naukaru.ru/en/nauka/article/75834/view>.
4. Лысый, С.П. Назначение и особенности программы Компас – 3d / С.П. Лысый, С.С. Голдобуев, Д.Н. Абуталипов и др. В сборнике: Информационно-вычислительные технологии и их приложения. Сборник статей XXVII Международной НТК. Под научной редакцией В.В. Кузиной. Пенза, 2023. – С. 213-216.

**ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ СЕРОВОДОРОДА  
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ**

**Макарова Валерия Павловна**

*студент группы 24ТБ1м*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: shchepetovav@mail.ru*

**Егорушкин Василий Викторович**

*студент группы 24ТБ1м*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: shchepetovav@mail.ru*

**Щепетова Вера Анатольевна**

*кандидат технических наук, доцент кафедры Инженерной экологии*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: shchepetovav@mail.ru*

**SELECTION OF EQUIPMENT FOR AIR PURIFICATION FROM HYDROGEN  
SULFIDE IN PRINTED CIRCUIT BOARD MANUFACTURING**

**Makarova Valeria Pavlovna**

*student of group 24TBm*

*FGBOU VO "Penza state University of architecture and construction"*

*e-mail: shchepetovav@mail.ru*

**Egorushkin Vasily Viktorovich**

*student of group 24TBm*

*FGBOU VO "Penza state University of architecture and construction"*

*e-mail: shchepetovav@mail.ru*

**Shchepetova Vera Anatolievna**

*Ph. D., associate Professor of the Department of environmental engineering*

*FGBOU VO "Penza state University of architecture and construction"*

*e-mail: shchepetovav@mail.ru*

**Аннотация:** в статье рассмотрена возможность использования скруббера в качестве наилучшей доступной технологии для очистки от сероводорода при производстве печатных плат. Были определены основные критерии выбора оборудования, дана краткая характеристика механизма очистки. Сделаны выводы о возможности применения выбранного оборудования.

**Ключевые слова:** печатные платы, сероводород, наилучшие доступные технологии, скруббер, загрязнители, атмосферный воздух, сточные воды.

**Abstract:** *This article examines the feasibility of using a scrubber as the best available technology for hydrogen sulfide removal in printed circuit board manufacturing. Key equipment selection criteria are identified and a brief description of the scrubbing mechanism is provided. Conclusions were drawn regarding the possibility of using the selected equipment.*

**Key words:** *printed circuit boards, hydrogen sulfide, best available technologies, scrubber, pollutants, atmospheric air, wastewater.*

Технологический процесс производства печатных плат на предприятиях включает гальванические операции с образованием медьсодержащих кислых сточных вод. Предварительная очистка этих стоков осуществляется сульфидом натрия, что приводит к реакции ионного обмена с образованием сульфида меди. Данный процесс сопровождается выделением сероводорода в газовую фазу из-за кислотных условий и летучести соединения. Концентрация образующегося  $H_2S$  зависит от pH среды, температуры и избытка реагента. Специфика производства характеризуется периодичностью сброса сточных вод и переменной нагрузкой на очистные сооружения. Это создает неравномерный профиль выбросов сероводорода с пиковыми концентрациями до 50 мг/м<sup>3</sup>. Наличие в газовой смеси паров воды и возможных примесей органических соединений осложняет процесс очистки. Указанные особенности требуют применения технологии, устойчивой к колебаниям состава и нагрузки.

Ключевыми критериями выбора наилучших доступных технологий (НДТ) стали производительность системы (1000-1500 м<sup>3</sup>/ч), энергоэффективность установки и возможность интеграции в существующую инфраструктуру. Технология должна обеспечивать степень очистки не менее 98% для соответствия ПДКс.с. сероводорода (0.008 мг/м<sup>3</sup>). Дополнительными требованиями выступают автоматизация процесса, минимальные эксплуатационные затраты и устойчивость к коррозионному воздействию.

Адсорбционно-каталитический метод выбран как оптимальное решение, сочетающее высокую эффективность при переменных нагрузках и умеренные капитальные затраты. Для своевременного получения комплексного экологического решения (КЭР) необходимо, во-первых, изучить опубликованные информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям в разрезе используемых на производстве технологий очистки канализационных стоков и обработки образующегося осадка. Для городских канализационных станций основным справочником является детально проработанный, описывающий и наилучшие технологии, и соответствующие им устройства, механизмы и сооружения ИТС 10–2019 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов»,

в котором также представлены перечни технологических показателей и маркерных загрязняющих веществ. Данная технология соответствует требованиям ИТС 10–2019 и позволяет достичь остаточной концентрации сероводорода ниже  $0,5 \text{ мг/м}^3$ .

В качестве модели скруббера, совмещающего адсорбцию и каталитическую очистку от сероводорода ( $\text{H}_2\text{S}$ ), нами был выбран скруббер со стационарной насадкой компании «ПЗГО».

Насадочные скрубберы (абсорбционные фильтры со стационарной насадкой) – это классоборудования для очистки воздуха от газов и паров кислой и основной природы, трудно поглощаемых газов и паров органической и неорганической природы.

Среди загрязнителей, в отношении которых скрубберы с неподвижным слоем показывают высокую эффективность являются: пары кислот и щелочей, соединения серы ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) и азота ( $\text{NO}_x$ ), газообразный хлор ( $\text{Cl}_2$ ), аммиак ( $\text{NH}_3$ ), фенол, формальдегид, бензол, ацетон, стирол, ксилол и другие токсичные вещества.

Очистка воздуха от вредных примесей в насадочном скруббере осуществляется при прохождении среды через непрерывно орошаемую раствором реагентов высокоэффективную массообменную насадку–массив элементов с большой удельной поверхностью (площадь удельной поверхности в зависимости от задачи может достигать  $400 \text{ м}^2 / \text{м}^3$  и более).

Базовая конструкция насадочного колонного абсорбера представлена на рис.1.

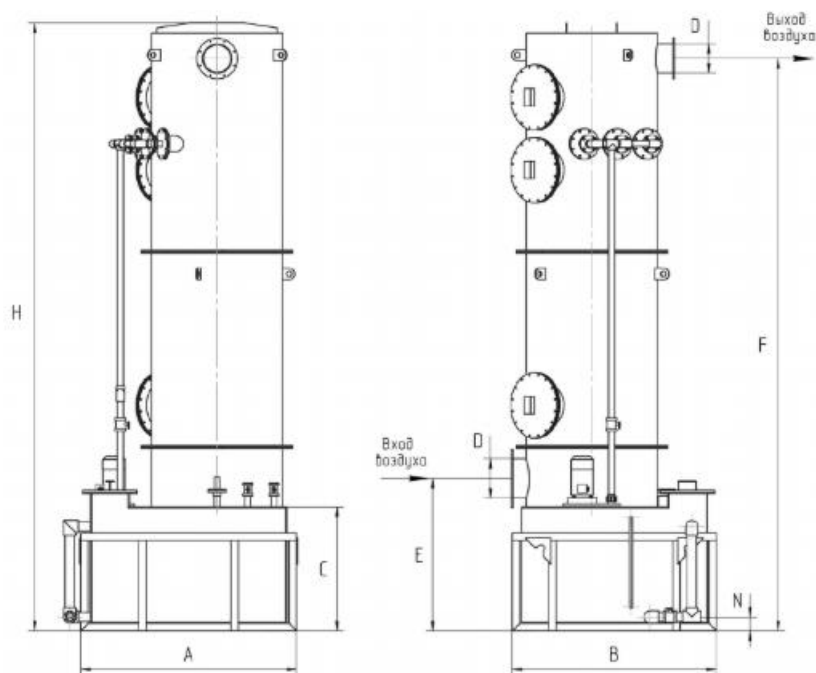


Рис. 1. Базовая конструкция насадочного колонного абсорбера

Загрязненный воздух под давлением или разрежением вентилятора поступает в камеру приема воздуха, находящуюся между встроенной в насадочный скруббер емкостью для циркуляции жидкости и массообменной секцией насадочного скруббера. Далее загрязненный воздух проходит секцию с массообменной насадкой. Насос забирает жидкость из циркуляционной емкости и распыляет ее над массообменной секцией. В слое массообменной секции загрязненный воздух и орошающая жидкость движутся в противотоке и контактируют на поверхности массообменной насадки. За счет высокой удельной поверхности массообменной насадки происходит высокоэффективная очистка воздуха. Далее воздух проходит через каплеуловитель и после поступает на выход из насадочного скруббера.

Техническая характеристика оборудования «Установка» представлена в таблице 1.

Таблица 1

Основные габаритные и привязочные размеры абсорберов с неподвижным слоем

| Наименование    | Расход воздуха, м <sup>3</sup> /час | Основные габаритные и привязочные размеры, мм |      |      |      |
|-----------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|------|------|------|
|                 |                                     | a                                             | b    | h    | D    |
| Абсорбер СН-0,1 | 100                                 | 1050                                          | 1550 | 3900 | 160  |
| Абсорбер СН-0,5 | 500                                 | 1050                                          | 1550 | 4000 | 170  |
| Абсорбер СН-1   | 1000                                | 1050                                          | 1550 | 4100 | 190  |
| Абсорбер СН-1,5 | 1500                                | 1050                                          | 1650 | 4200 | 230  |
| Абсорбер СН-2   | 2000                                | 1150                                          | 1700 | 4400 | 260  |
| Абсорбер СН-3   | 3000                                | 1250                                          | 1790 | 4600 | 290  |
| Абсорбер СН-4   | 4000                                | 1350                                          | 1900 | 4700 | 320  |
| Абсорбер СН-5   | 5000                                | 1450                                          | 2000 | 4890 | 370  |
| Абсорбер СН-6   | 6000                                | 1550                                          | 2150 | 5200 | 425  |
| Абсорбер СН-8   | 8000                                | 1680                                          | 2300 | 5400 | 475  |
| Абсорбер СН-10  | 10000                               | 1800                                          | 2400 | 5600 | 525  |
| Абсорбер СН-12  | 12000                               | 2000                                          | 2550 | 5790 | 580  |
| Абсорбер СН-15  | 15000                               | 2150                                          | 2850 | 5910 | 650  |
| Абсорбер СН-20  | 20000                               | 2390                                          | 3100 | 6100 | 720  |
| Абсорбер СН-25  | 25000                               | 2600                                          | 3250 | 6400 | 850  |
| Абсорбер СН-30  | 30000                               | 3000                                          | 3600 | 6700 | 950  |
| Абсорбер СН-40  | 40000                               | 3180                                          | 3780 | 7400 | 1000 |

Компактные габариты фильтров позволяют быстро смонтировать установку в условиях действующего промышленного участка.

Конструктивно, скруббер насадочный представляет собой вертикальную колонну с рабочей камерой (камерами), заполненными массообменной насадкой с высокой удельной поверхностью. Орошение насадочных тел образует на поверхности массива элементов

развитую жидкостную пленку, площадь эффективного контакта которой может достигать 150–300 – (а в исключительных случаях и до 900) – м<sup>2</sup> на каждый м<sup>3</sup> наполнителя.

Проходящий через рабочую камеру загрязненный поток активно взаимодействует с развитой микропленкой воды или активного раствора (абсорбента), в котором протекают процессы абсорбции (поглощения, растворения газов) и / или хемосорбции (химического превращения загрязнителей в безопасные соединения). Насадка при прохождении загрязненного потока через абсорбер остается неподвижной, (в отличие от скрубберов с подвижным слоем).

Содержащая уловленные примеси вода или абсорбент отводится из фильтра на прямом или рециркуляционном базисе. Очищенный воздух (газ) предварительно проходит через каплеуловитель, (где удаляются остаточные количества водяного или абсорбентного аэрозоля), после чего среда выходит через выпускной патрубок в трубу рассеивания или направляется на дальнейшую обработку.

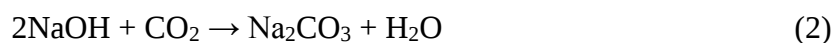
Для непрерывной штатной эксплуатации установки, как правило, достаточно одного оператора в смену (3–4 человека в сутки), который следит за показаниями приборов и работой насосов.

Однако общее обслуживание (ремонт, калибровка, химический контроль) требует привлечения дополнительного технического и лабораторного персонала по графику.

Обычно химические скрубберы используются для удаления сероводорода с высокой концентрацией – в сотни и тысячи мг/м<sup>3</sup>. В вентиляционных выбросах характерные концентрации сероводорода в десятки раз ниже (единицы и десятки мг/м<sup>3</sup>). Низкие концентрации сероводорода в воздухе при наличии СО<sub>2</sub> приводят к росту расхода реагентов на побочные химические реакции. Поскольку сероводород плохо растворим в воде, для повышения его растворимости в воду добавляют щелочные агенты. Обычно используется гидроксид натрия (NaOH), который, реагируя с сероводородом, образует сульфид:



Теоретически минимальный расход щелочи по реакции (1) составляет 2,35 кг чистого натрия на 1 кг сероводорода. Практический расход будет зависеть от содержания примесей в конкретном случае, поскольку щелочь реагирует не только с сероводородом, но и с другими кислыми газами. Большим недостатком щелочного скруббера является побочная реакция щелочи с углекислым газом. При этом расход щелочи на удаление 1 кг углекислого газа составляет 1,8 кг.



Скорость побочной реакции с  $\text{CO}_2$  будет сильно зависеть от конкретных условий. Щелочной скруббер, рассчитанный на сероводород, будет одновременно удалять около 15–20% углекислого газа. Содержание  $\text{CO}_2$  в атмосферном воздухе составляет порядка  $700 \text{ мг/м}^3$ . В вентиляционных выбросах эта концентрация еще выше. В исследовании, проведенном на севере Португалии, показано, что концентрация  $\text{CO}_2$  в вентиляционных выбросах колебалась от 500 до  $19\,000 \text{ мг/м}^3$ , концентрация  $\text{H}_2\text{S}$  не превышала  $9 \text{ мг/м}^3$ . Таким образом, концентрация углекислого газа в очищаемом воздухе в десятки и сотни раз выше, чем концентрация сероводорода.

Расчеты показывают, что даже при больших концентрациях сероводорода ( $200 \text{ мг/м}^3$ ) расход на побочную реакцию с  $\text{CO}_2$  превысит затраты щелочи на удаление, собственно,  $\text{H}_2\text{S}$  (табл. 2). При типичной концентрации  $30 \text{ мг/м}^3$  расход щелочи на побочную реакцию оказывается в 2,7 раз выше. Эта проблема будет характерна для всех типов щелочных скрубберов. Оценка расхода  $\text{NaOH}$  на удаление сероводорода с учетом побочной реакции с углекислым газом (предполагается, что прореагировало 15% от общего количества углекислого газа) приведена в табл. 2.

Отдельной задачей является утилизация больших объемов отработанного раствора, содержащего щелочь. Из табл. 2 следует, что от одного скруббера с расходом воздуха  $10\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$  в сутки в канализацию будет поступать 300–500 л раствора, содержащего щелочь с pH выше 9.

Таблица 2

Оценка расхода  $\text{NaOH}$  на удаление сероводорода с учетом побочной реакции с углекислым газом

| Q,<br>тыс.<br>$\text{м}^3/\text{ч}$                                                               | Удаление сероводорода<br>(2,35 кг $\text{NaOH}$ на 1 кг) |              |                                     | Побочная реакция с<br>углекислым газом<br>(1,8 кг $\text{NaOH}$ на 1 кг $\text{CO}_2$ ) |              |                                     | Общий расход $\text{NaOH}$ |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------|
|                                                                                                   | n,<br>$\text{мг/м}^3$                                    | m,<br>кг/мес | расход<br>$\text{NaOH}$ ,<br>кг/мес | n,<br>$\text{мг/м}^3$                                                                   | m,<br>кг/мес | расход<br>$\text{NaOH}$ ,<br>кг/мес | чистого,<br>кг/мес         | 30%-го<br>р-ра, л/мес |
| 10                                                                                                | 30                                                       | 216          | 508                                 | 700                                                                                     | 756          | 1360,8                              | 1868                       | 4683                  |
| 10                                                                                                | 100                                                      | 720          | 1692                                | 1200                                                                                    | 1296         | 2332,8                              | 4025                       | 10087                 |
| 10                                                                                                | 200                                                      | 1440         | 3384                                | 2200                                                                                    | 2380         | 4276,8                              | 7661                       | 19200                 |
| Примечание: Q – расход очищаемого воздуха; n – концентрация примеси; m – масса удаленной примеси. |                                                          |              |                                     |                                                                                         |              |                                     |                            |                       |

Проведённое исследование подтвердило актуальность проблемы выбросов сероводорода при очистке медьсодержащих сточных вод на предприятиях. Образование токсичного газа в процессе обработки сульфидом натрия создаёт значительные экологические риски и угрозы для здоровья персонала. Ужесточение природоохранного

законодательства РФ требует незамедлительного внедрения специализированных технологий очистки воздушных выбросов.

Сравнительный анализ наилучших доступных технологий продемонстрировал преимущества скрубберной системы со щелочной абсорбцией для данного производства. Эта технология обеспечивает эффективность очистки до 98% и хорошо интегрируется в существующую инфраструктуру предприятия. Дополнительным преимуществом метода является возможность рекуперации побочных продуктов химической реакции.

Экономические расчёты подтвердили целесообразность внедрения предложенного решения. Проект характеризуется сроком окупаемости 2–3 года при снижении эксплуатационных затрат на 15% за счёт рециркуляции реагентов. Минимизация штрафных санкций за превышение ПДК дополнительно повышает экономическую эффективность технологического решения.

#### ***Библиографический список литературы:***

1. Приказ Минприроды России от 25.06.2021 № 412 "Об утверждении нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты для водопользователей" (вступившим в силу 1 марта 2024 года).

2. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 10-2019 "Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов" (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 декабря 2019 г. N 2981).

3. Щепетова В.А., Макарова В.П., Егорушкин В.В., Финашкин А.Л. Исследование возможности внедрения предварительной очистки медьсодержащих кислых сточных вод на предприятии // В.А. Щепетова В.А., В.П. Макарова, В.В. Егорушкин, А.Л. Финашкин Проблемы региональной экологии. 2025. № 2. С. 50-53

4. Макарова В.П., Егорушкин В.В., Щепетова В.А. Анализ отходов производства предприятия АО «ПО «Электроприбор» // В.П. Макарова, В.В. Егорушкин, В.А. Щепетова В сборнике: Моисеевские чтения – 2023. Сборник докладов Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов. Пенза, 2023. С. 117 – 122.

## СТРАТЕГИИ ПРИБЛИЖЕННЫХ РЕШЕНИЙ УРАВНЕНИЙ

**Малышева Маргарита Романовна**

*студент*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»*

*e-mail: fmatem@pguas.ru*

**Гарькина Ирина Александровна**

*доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Математика и математическое моделирование»*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»*

*e-mail: fmatem@pguas.ru*

## STRATEGIES FOR APPROXIMATE SOLUTIONS TO EQUATIONS

**Malysheva Margarita Romanovna**

*student*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: fmatem@pguas.ru*

**Garkina Irina Aleksandrovna**

*doctor of science in engineering, professor,*

*head of mathematics and mathematical modeling department*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: fmatem@pguas.ru*

**Аннотация:** констатируется, что в прикладном анализе численные методы и точное понимание приближенных решений и погрешностей являются фундаментальными для эффективного и надежного решения алгебраических и трансцендентных уравнений. Рассматриваются две группы решений уравнений - аналитические, позволяющие получить решение в виде формулы (практическая ценность ограничена из-за сложности вычислений между формулой и численным ответом, а также узкой применимости), и численные, позволяющие получить решение в виде приближенного числа путем арифметических операций (основной инструментом для решения сложных уравнений). Приближенное уравнение рассматривается как основное уравнение с точными числами и дополнительной информацией о неопределенности (погрешностях). При решении основного уравнения погрешности округления играют роль погрешностей заданных чисел. Даются понятия безусловной, условной и полной погрешностей, а также потери точности. Приводится иллюстрация подхода на конкретном примере.

**Ключевые слова:** алгебраические и трансцендентные уравнения, приближенные решения, численные методы, погрешности округления, точность.

**Abstract:** it is stated that in applied analysis numerical methods and a precise understanding of approximate solutions and errors are fundamental for the efficient and reliable solution of algebraic and transcendental equations. Two groups of solutions to equations are considered: analytical ones, which allow one to obtain a solution in the form of a formula (the practical value is limited due to the complexity of calculations between the formula and the numerical answer, as well as narrow applicability), and numerical ones, which allow one to obtain a solution in the form of an approximate number by means of arithmetic operations (the main tool for solving complex equations). An approximate equation is considered as a master equation with exact numbers and additional information on the uncertainty (errors). When solving the master equation, rounding errors play the role of errors in the given numbers. The concepts of unconditional, conditional and total errors, as well as loss of accuracy, are given. An illustration of the approach is given with a specific example.

**Key words:** algebraic and transcendental equations, approximate solutions, numerical methods, rounding errors, accuracy.

Одной из центральных задач прикладного анализа является решение *алгебраических* уравнений, имеющих вид

$$a_0x^n + a_1x^{n-1} + \dots + a_{n-1}x + a_n = 0, \quad a_0 \neq 0,$$

и *трансцендентных* (неалгебраических) уравнений. Методы решения уравнений делятся на *две группы*. В первую группу входят методы, которые на основе различных преобразований упрощают уравнение и позволяют записать *решение в аналитическом виде (формульно)*. Ко второй группе относятся *численные методы*. Здесь решение ищется с помощью операций (при желании только арифметических) над числами, причем *ответ* видим сразу *в виде числа* (часто *приближенного*). К первой группе относится, например, метод Кардано для решения уравнений третьей степени. Эти методы могут быть иногда полезны, однако практическая их ценность, в общем, невелика, так как между формулой и численным ответом, необходимым, как правило, в практических задачах, лежит еще большое количество вычислений. Кроме того, эти методы применимы лишь к сравнительно узкому кругу задач. Применяются они главным образом тогда, когда уравнения содержат один или несколько параметров (например, буквенных коэффициентов).

В настоящее время существует множество численных методов решения уравнений. Их разнообразие определяется указанными ниже тремя обстоятельствами.

1. Решение уравнения редко производится только одним способом от начала до конца. Сначала корни уравнения определяются каким-нибудь методом со сравнительно небольшой точностью, а затем уточняются на основе других.

2. Не существует методов, одинаково эффективных для всех видов уравнений.

3. Для решения уравнения необходима часто большая вычислительная работа. При этом оценка метода при использовании современных ЭВМ определяется простотой и однообразием вычислительной схемы, надежностью результатов, минимальным использованием ввода и вывода вспомогательных данных.

Для сложных алгебраических или трансцендентных уравнений редко можно найти значения его корней. Довольно часто коэффициенты уравнений являются лишь *приближенными* (например, для моделей систем или процессов, описываемых этими уравнениями), так что задача точного определения корней теряет смысл. Таким образом, первоочередное значение приобретают способы приближенного нахождения корней уравнения и оценки степени их точности [1...4].

Так же, как задание приближенного числа означает задание некоторого основного числа и погрешности, так и задание приближенного уравнения можно представить в виде задания некоторого **основного уравнения** с точными числами (роль которых играют основные числа соответствующих приближенных чисел) и некоторой определенной информации о степени неопределенности самого уравнения и, следовательно, его решений (эта информация сводится к заданию абсолютных погрешностей приближенных чисел).

Решать необходимо именно это основное уравнение. Участвующие в его записи числа в процессе решения всегда считаются точными. Погрешности таких чисел будем учитывать лишь для определения погрешности корня и, исходя из этого, максимальной погрешности округления, допустимой в процессе вычислений. Для того чтобы выяснить, каким образом это делается, введем понятия безусловной, условной и полной погрешностей корня.

Следует изменять участвующие в записи уравнения приближенные числа в пределах их погрешностей. Тогда каждый из корней уравнения (*с изменяющимися параметрами*) опишет некоторое замкнутое множество. Модуль разности между *переменным* корнем, описывающим это множество, и корнем основного уравнения будет изменяться от нуля (когда переменное уравнение совпадет с основным) до какого-то наибольшего значения. Это наибольшее значение модуля разности называется *безусловной погрешностью*.

Абсолютная величина разности между найденным и очень близким к нему точным решениями основного уравнения называется *условной погрешностью*; зависит от исследователя, который (при желании) может сделать ее как угодно малой.

Сумма безусловной и условной погрешностей корня дает *полную погрешность корня*.

Ориентируясь на требуемую величину условной погрешности результата, можно определить точность, с которой необходимо проводить вычисления. В этом случае учитывается потеря точности (отношение условной абсолютной погрешности к абсолютной погрешности округления, если вычисления ведутся с одинаковым порядком последней значащей цифры, и отношение соответствующих относительных погрешностей, если вычисления ведутся с постоянным числом значащих цифр).

Приведем иллюстрацию вышесказанному на практическом примере. Решим квадратное уравнение

$$P(x_0) = 1,2741x^2 - 12,362x + 0,72483 = 0.$$

Разделив коэффициенты уравнения на 1,274 (деление *приближенное*), получим:

$$x^2 - 9,70x + 0,568 = 0,$$

откуда  $x_1 = 9,64$ ;  $x_2 = 0,059$ .

Безусловные погрешности корней:

$$x_1 = \frac{1}{1,21} (9,64^2 \cdot 0,0001 + 9,64 \cdot 0,001 + 0,00001) = 0,00156,$$

$$x_2 = \frac{1}{0,58} (0,059^2 \cdot 0,0001 + 0,059 \cdot 0,001 + 0,00001) = 0,000069.$$

При условии, что условная погрешность не превосходит безусловной, установим, что  $x_1$  можно вычислить с точностью до тысячных, а  $x_2$  – до сотых.

По известной формуле

$$x_{1,2} = \frac{6,18100 \pm \sqrt{6,18100^2 - 1,27410 \cdot 0,72483}}{1,27410}.$$

Так как здесь определяются одновременно оба корня, то расчеты необходимо производить таким образом, чтобы результат получился с пятью верными знаками после запятой.

С этой целью добавляются дополнительные значащие цифры 00 в числе 12,362 и цифра 0 – в числе 1,2741. Потеря точности в данном случае невелика (проводится всего четыре округления), так что в промежуточных операциях достаточно сохранить пять десятичных знаков. Будем иметь:

$$x_{1,2} = \frac{6,18100 \pm 6,10584}{1,27410},$$

$$x_1 = 9,644, x_2 = 0,05899.$$

Как видим, расчеты, произведенные без запасных значащих цифр, дали бы неверное значение  $x_2 = 0,05887$ . Это подтверждает правильность сделанного ранее замечания о том, что *погрешности заданных чисел следует учитывать лишь при определении безусловной погрешности корня*. После этого при решении уравнения заданные числа нужно считать точными, то есть решить основное уравнение. Погрешностями участвующих в вычислениях чисел считаются только погрешности округления (абсолютная величина между исходным числом и округленным числом (ошибкой округления)). Погрешность округленного числа равна сумме погрешности исходного числа и погрешности округления. Вопрос о том, до какой цифры следует производить округление, решается в зависимости от ряда причин, в частности, от того, какая погрешность результата считается допустимой.

Вычисления обычно ведутся таким образом, что все числа берутся с одинаковой абсолютной погрешностью (одинаковым порядком последней записанной цифры) либо с одинаковым числом значащих цифр (т.е. с приблизительно одинаковой относительной погрешностью). Сравнительно редко для какой-нибудь отдельной операции производится точный учет погрешности результата, и соответственно с этим определяется число знаков, с которым следует записывать этот результат.

Еще раз отметим, выбор конкретного метода и стратегии решения во многом зависит от специфики уравнения и доступных вычислительных ресурсов. Для уравнений, возникающих в инженерных задачах, часто важна не только точность, но и скорость получения результата. В таких случаях могут применяться итерационные методы (метод Ньютона, метод секущих, комбинированный метод), которые позволяют последовательно приближаться к корню.

Как отмечалось выше, важным аспектом численного решения уравнений является контроль погрешности. Помимо безусловной и условной погрешностей, необходимо учитывать погрешность округления, которая возникает при выполнении арифметических операций на компьютере. Накопление погрешности округления может привести к значительным отклонениям от истинного решения, особенно при большом количестве итераций.

Таким образом, выбор численного метода решения уравнений является сложной задачей, требующей учета множества факторов, включая специфику уравнения, доступные вычислительные ресурсы и требуемую точность решения. Комбинирование

различных методов и использование современных вычислительных инструментов позволяет эффективно решать широкий класс практических задач, возникающих в профессиональной деятельности [5,6].

***Библиографический список литературы:***

1. Гутер Р.С., Овчинский Б.В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта. – 2-е изд., перераб. – М.: Наука, 1970. – 433 с.
2. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики / Под ред. Б.П. Демидовича. – М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1960. – 659 с.
3. Гарькина И.А., Данилов А.М., Султанова Н.С. Аналитические и численные методы решения уравнений и систем. – Пенза: ПГАСА, 2001. – 72 с.
4. Гарькина И.А., Данилов А.М., Петренко В.О. Решение приближенных уравнений: декомпозиция пространственного движения управляемого объекта / Современные проблемы науки и образования. - 2014. - № 5.
5. Данилов А.М., Гарькина И.А. Практические методы аппроксимации кинетических процессов в полидисперсных системах / Региональная архитектура и строительство. - 2016. - № 2 (27). - С. 70-74.
6. Garkina I. Modeling of kinetic processes in composite materials / Contemporary Engineering Sciences. -2015. -Т. 8. -№ 9. -Р. 421-425.

## ВЛИЯНИЕ ВЛАГОВЫДЕЛЕНИЙ НА ТЕПЛООТДАЧУ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ В ПОМЕЩЕНИИ КРЫТОГО БАССЕЙНА

**Орлова Наталья Александровна**

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: nataor23@yandex.ru*

**Фролов Максим Николаевич**

*аспирант*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: maksimfrolow2000@yandex.ru*

## EFFECT OF MOISTURE EXCRETION ON HEATING APPLIANCES IN AN INDOOR POOL

**Orlova Natalia Aleksandrovna**

*candidate of Technical Sciences, associate Professor of the Department  
"Heat and gas supply and ventilation"*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: nataor23@yandex.ru*

**Frolov Maksim Nikolaevich**

*undergraduate*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: maksimfrolow2000@yandex.ru*

**Аннотация:** в крытых бассейнах интенсивные влаговыведения кардинально меняют условия работы отопительных приборов. Это влияет на теплоотдачу как на прямую (через теплообмен), так и косвенно – через риск конденсации и коррозию.

**Ключевые слова:** бассейны, микроклимат, теплоотдача отопительных приборов.

**Abstract:** in indoor pools, intensive moisture release dramatically changes the operating conditions of heating devices. This affects heat transfer both directly (through heat exchange) and indirectly through the risk of condensation and corrosion.

**Key words:** swimming pools, microclimate, and heat output of heating appliances.

Климат крытых бассейнов кардинально отличается от любого другого жилого или общественного помещения. Для помещений плавательных бассейнов характерно формирование значительных тепловых и влажностных потоков над чашей, оказывающих дестабилизирующее влияние на создаваемый микроклимат.

Микроклимат в помещении бассейна характеризуется комплексом взаимосвязанных параметров, от которых зависят комфорт посетителей, сохранность конструкций и энергоэффективность эксплуатации.

Низкая эффективность предусматриваемых технических решений объясняется недостаточностью методической литературы по расчету и проектированию систем обеспечения микроклимата в помещениях закрытых плавательных бассейнов различного назначения. Недостаточное внимание к вопросам обеспечения микроклимата при строительстве и реконструкции помещений бассейнов приводило к негативным последствиям в процессе их эксплуатации: активной конденсации влаги на ограждающих конструкциях, образованию грибковой плесени, коррозии металлических и гниению деревянных конструкций, несоблюдению санитарно-гигиенических условий по температуре, влажности и подвижности воздуха в зоне нахождения людей.

Следует отметить, что помещения закрытых плавательных бассейнов относятся к категории помещений с влажным режимом, имеющим свои отличительные особенности при формировании в них тепловых и влажностных потоков, определяющих выбор того или иного технического решения по обеспечению требуемых санитарно-гигиенических условий.

Определяющим в проектировании систем вентиляции для бассейнов являются поддерживаемые тепловые режимы, поэтому в зависимости от назначения помещений предварительно задаются следующими параметрами: температурой поверхности воды, температурой и относительной влажностью воздуха.

Для помещений плавательных бассейнов температурный перепад ( $t_v - t_{ог}$ ) является определяющим параметром, не допускающим выпадение конденсата и увлажнения материала конструкций, где температура внутренней поверхности ограждающих конструкций ( $t_{ог}$ ) должна быть на 1–2°C выше температуры точки росы ( $t_p$ ) при нормируемых значениях температуры и относительной влажности внутреннего воздуха [1]. Не соблюдение данных требований приводит к повышению влаговыделений в помещении.

Теплопоступления от отопительных приборов - это количество теплоты, передаваемое от поверхности приборов в помещение за единицу времени. Их расчёт необходим для:

- составления теплового баланса помещения;
- подбора мощности системы отопления;
- оценки эффективности работы приборов.

Влаговыделения не меняют номинальную теплоотдачу отопительного прибора (заданную в паспорте при стандартных условиях), но снижают его эффективную

теплоотдачу в реальных условиях эксплуатации. Это происходит из-за изменения теплофизических свойств воздушной среды и конденсационных процессов.

Разберем механизмы влияния влаговыделений на теплоотдачу отопительных приборов:

1) Изменение теплоёмкости воздуха. Влажный воздух имеет большую удельную теплоемкость, чем сухой. Для нагрева 1 кг влажного воздуха до той же температуры требуется больше энергии. При той же мощности прибора температура воздуха в помещении растет медленнее.

2) Снижение коэффициента теплоотдачи от прибора к воздуху. Высокая влажность уменьшает конвективный теплообмен:

- влажный воздух плотнее, его подвижность снижается;
- уменьшается градиент температур между поверхностью прибора и воздухом.

Теплоотдача прибора падает на 5-10% при относительной влажности более 70%.

3) Конденсация на поверхности прибора. Если температура поверхности отопительного прибора ниже точки росы влажного воздуха в помещении, неизбежно возникает конденсация, это приводит:

- к выделению скрытой теплоты парообразования;
- к образованию водяной пленки, увеличивающей термическое сопротивление.

Кратковременный локальный нагрев за счёт конденсации, но долгосрочное снижение эффективности из-за «изоляции» поверхности.

4) Коррозия и загрязнение поверхности. Конденсат ускоряет окисление металла что приводит к уменьшению площади теплообмена, что способствует росту термического сопротивления.

5) Влияние на работу автоматики. При высокой влажности датчики температуры могут давать ложные показания из-за конденсации. Это приводит к тому, что система отопления некорректно регулирует мощность, что снижает общую эффективность.

На основании вышеизложенного можно предложить методику расчета уточненной теплоотдачи отопительного прибора.

1. Определяем влаговыделения:

- по формуле Бязина-Крумме (для открытых водных поверхностей):

$$W = (0,118 + 0,01995 \cdot \alpha \cdot 1,333 \cdot P_{нас} - P_{уст}) \cdot S, \quad (1)$$

где  $S$  – Площадь зеркала воды, м<sup>2</sup>;

$\alpha$  – Коэффициент занятости;

$P_{нас}, P_{уст}$  – Давления паров, мбар.

- или по методу ASHRAE/VDI 2089 (учет активности купающихся, температуры и воздуха).

2. Рассчитываем влагосодержания воздуха по i-d-диаграмме или по формуле, г/кг:

$$d = 0,622 \cdot \frac{P_n}{P - P_n}, \quad (2)$$

где  $P_n$  – парциальное давление водяного пара, Па;

$P$  – Общее давление влажного воздуха ( $p \approx 101\,325$  Па).

3. Определяем теплоемкость влажного воздуха по формуле, кДж/кг·К:

$$c_{p.вл} = c_{p.сух} + \square \cdot c_{p.пара}, \quad (3)$$

где  $c_{p.сух} = 1,005$  кДж/кг·К – теплоемкость сухого воздуха;

$c_{p.пара} = 1,86$  кДж/кг·К – теплоемкость водяного пара;

$\square$  – массовая доля водяного пара (зависит от частного давления водяного пара и температуры воздуха).

4. Уточняем коэффициент теплоотдачи отопительного прибора в зависимости от относительной влажности воздуха, Вт/(м²·К):

- при  $\varphi=30-50\%$   $\alpha_{кор} \approx \alpha_{ном}$ ;

- при  $\varphi=60-70\%$   $\alpha_{кор} = 0,95 \cdot \alpha_{ном}$ ;

- при  $\varphi>70\%$   $\alpha_{кор} = 0,85 \div 0,9 \cdot \alpha_{ном}$ .

5. Уточняем теплоотдачу отопительного прибора по формуле, кДж/кг·К:

$$Q_{пр.кор} = \alpha_{кор} \cdot A \cdot (t_{cp} - t_в), \quad (4)$$

где  $A$  – Площадь поверхности отопительного прибора, м²;

$t_{cp}$  – средняя температура теплоносителя (внутри прибора), С;

$t_в$  – температура воздуха в помещении, С.

6. Чтобы проверить, будет ли образовываться конденсат на поверхности отопительного прибора, нужно сравнить температуру его поверхности с точкой росы окружающего воздуха по формуле:

$$t_в < t_{м.р}. \quad (5)$$

Конденсация возникает, когда температура поверхности опускается ниже точки росы.

Таким образом, при подборе отопительных приборов для крытых бассейнов необходимо:

- выбирать приборы с увеличенной площадью поверхности;
- предусматривать запас мощности отопления на 15–20 % от расчётной.
- контролировать температуру поверхности приборов и точку росы;
- корректировать режим работы отопления при изменении влажности.

***Библиографический список литературы:***

1. СП 310.1325800.2017. Бассейны для плавания. Правила проектирования / Дата введ.:27.06.2018.
2. Р НП «АВОК» 7.5-2020. Рекомендации АВОК. Обеспечение микроклимата и энергосбережения в крытых плавательных бассейнах. Нормы проектирования.
3. ГОСТ 30494-2011 «Параметры микроклимата в помещениях».

## ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ДЕФОРМАТИВНЫЕ СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНОВ

**Очкина Наталья Александровна**

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и химия»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: ochkina.natalya@mail.ru*

**Повалихин Егор Станиславович**

*студент 1 курса, направления 08.03.01. Строительство  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: micensy@yandex.ru*

## INFLUENCE OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF AGGREGATES ON THE DEFORMATIVE PROPERTIES OF CEMENT CONCRETE

**Ochkina Natalya Aleksandrovna**

*candidate of Engineering, Associate Professor, Department of Physics and Chemistry,  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»  
e-mail: ochkina.natalya@mail.ru*

**Povalikhin Egor Stanislavovich**

*first-year student, major 08.03.01. Construction  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»  
email: micensy@yandex.ru*

**Аннотация:** исследовано влияние физико-механических свойств тяжелых и легких заполнителей на величину статического модуля упругости бетонов на цементном вяжущем.

**Ключевые слова:** бетон, заполнитель, статический модуль упругости, прочность.

**Abstract:** the influence of physical and mechanical properties of heavy and light aggregates on the value of the static modulus of elasticity of concrete on a cement binder was investigated.

**Key words:** concrete, filler, static modulus of elasticity, strength.

Бетон представляет собой наиболее востребованный строительный материал благодаря своей высокой прочности, надежности, экономичности и доступности. Его применяют при строительстве зданий (для возведения фундамента, стен, перекрытий и других конструкций); мостов и дорог (для возведения опор, пилонов, пролётов и других конструкций мостов, а также для устройства дорожных покрытий); тоннелей (для возведения стен, потолков и других конструкций); гидротехнических сооружений

(плотин, гидроэлектростанций, каналов и других объектов). Бетоны с повышенной водонепроницаемостью и устойчивостью к агрессивным средам необходимы в промышленном строительстве.

Бетон классифицируется по разным признакам, например, назначению, структуре, прочности и виду заполнителя и вяжущего. Конструкционный применяется для возведения несущих конструкций – фундаментов, колонн, перекрытий. Отделочный – для внешней и внутренней отделки (заливки полов, фасадных работ). Тяжёлый бетон с наполнителем из щебня, гравия, каменного лома характеризуется высокой плотностью и прочностью. Лёгкий – с заполнителем из керамзита, шунгизита, перлита имеет пониженную плотность. Ячеистый бетон содержит микропоры воздуха, поэтому обладает высокой теплоизоляцией и низким весом.

Важнейшими физическими свойствами бетона являются:

- прочность – главная характеристика, определяющая способность материала выдерживать нагрузки;
- плотность, влияющая на теплопроводность, массу конструкции и другие параметры;
- морозостойкость – важный показатель для регионов с холодным климатом, который определяется числом циклов замораживания и оттаивания;
- водонепроницаемость – способность противостоять проникновению влаги; теплопроводность – зависит от плотности и влажности, у тяжёлых бетонов коэффициент теплопроводности выше, чем у лёгких;
- огнестойкость – свойство материала выдерживать высокие температуры до 1000 °С без потери несущей способности;
- пластичность и подвижность – важны при заливке конструкций сложной формы;
- модуль упругости – определяет способность материала сопротивляться упругим деформациям под действием приложенных нагрузок.

Модуль упругости бетона нужно знать, чтобы прогнозировать его поведение под различными нагрузками. Этот параметр играет первостепенную роль в проектировании железобетонных конструкций, так как влияет на их прочность и устойчивость; анализе деформаций и прочности мостовых и зданий; оценке состояния существующих конструкций и разработке мер по их укреплению; расчёте деформаций при строительстве мостов, плотин и других объектов инфраструктуры. Он играет ключевую роль в современном строительстве, обеспечивая устойчивость и долговечность строительных конструкций.

Несмотря на наличие общих данных о влиянии заполнителей на деформативные свойства бетонов, остаётся недостаточно изученным вопрос количественной оценки этого

влияния для бетонов на цементных вяжущих с использованием новых типов заполнителей (в том числе техногенного происхождения) в условиях современной сырьевой базы. Особый интерес представляет сравнение поведения бетонов на плотных и лёгких заполнителях при достижении высоких классов прочности.

Целью данной работы является исследование влияния различных видов заполнителей на статический модуль упругости (модуль Юнга) бетонов на цементной основе.

Статический модуль упругости бетона  $E$  – это параметр, характеризующий его деформативность под действием длительной статической нагрузки. Он рассчитывается как отношение начального механического напряжения  $\sigma_k$  соответствующей ему относительной деформации  $\varepsilon$ , измеренной после приложения нагрузки и выдержки в течение определенного времени (обычно 15 секунд или более).

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Этот показатель часто является более релевантным для оценки поведения бетона в реальных конструкциях, подверженных постоянным нагрузкам, чем динамический модуль упругости. Чем выше значение модуля Юнга, тем меньше деформация материала под нагрузкой.

Основным и наиболее распространенным методом экспериментального определения статического модуля упругости бетона является метод определения при кратковременном статическом сжатии (ГОСТ 24452-80). Он базируется на циклическом нагружении образца.

Образец бетона (обычно цилиндр диаметром 150 мм и высотой 300 мм или призма с размерами 150x150x600 мм, имеющие возраст испытания 28 суток) подвергается одноосному сжимающему усилию на испытательной машине, которая должна обеспечивать плавное, непрерывное и контролируемое нагружение образца. Измерительные приборы (деформометры/тензодатчики) устанавливаются на боковых поверхностях образца для измерения его относительной продольной деформации. Обычно используются 3-4 деформометра, расположенные равномерно по окружности или периметру образца, чтобы компенсировать возможный эксцентриситет нагрузки. База измерения (длина, на которой измеряется деформация) должна быть не менее 1.5-2 диаметров или сторон образца.

Измеряются приложенная нагрузка и соответствующая ей деформация (укорочение) в определенных диапазонах напряжений. Нижний уровень напряжения обычно принимается равным 0.5 МПа (для исключения влияния начальных нелинейных деформаций). Деформация регистрируется при этом напряжении. Верхний уровень

напряжения составляет  $1/3$  (0.3-0.4) от временного сопротивления бетона сжатию. Деформация регистрируется при этом напряжении.

Образец сначала нагружается до приблизительно  $1/3$  (30-40%) от ожидаемой разрушающей нагрузки (или проектной прочности на сжатие) и затем разгружается. Это необходимо для обеспечения плотного контакта между образцом и плитами машины, а также для снятия остаточных деформаций и "приработки" образца к нагрузке. После предварительного цикла образец нагружается вновь (рабочее нагружение). Измерения деформации производятся в определенном диапазоне напряжений.

Этот метод является наиболее точным и достоверным, широко стандартизирован и позволяет оценить не только модуль упругости, но и другие характеристики деформируемости образца. Вместе с тем, он представляет собой длительный и трудоемкий процесс испытания и требует специализированного оборудования (испытательная машина с высокой точностью контроля нагрузки и деформации, деформометры).

Результаты исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1

Статический модуль упругости бетона с различными заполнителями

| Характеристики заполнителя              |                                |                           |                        | Статический модуль упругости (ГПа) |
|-----------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------------------|
| Тип заполнителя                         | Плотность (кг/м <sup>3</sup> ) | Прочность на сжатие (МПа) | Модуль упругости (ГПа) |                                    |
| Щебень (гранитный, известняковый)       | 2600-2900<br>/2700             | 150-300/20-200            | 50-80/13-35            | 20 – 35/33-40                      |
| Металлический (стальная фибра, стружка) | 7700-8200                      | 370-1200                  | 205-210                | 25 - 40+                           |
| Стекло (стеклобой)                      | 2480-2520                      | 500-1500                  | 48 - 78                | 15 - 30                            |
| Гравий                                  | 1500-2500                      | 20-140                    | 0,5 – 0,6              | 15 - 25                            |
| Песок (крупный, средний, мелкий)        | 2000-3000                      | 20-40                     | 10 - 15                | 10 - 20 (для растворов)            |
| Керамзит (керамзитовый)                 | 1800-2500                      | 3,3-5,5                   | 0,5-10                 | 1 - 5                              |

|                                            |                         |                  |             |             |
|--------------------------------------------|-------------------------|------------------|-------------|-------------|
| гравий)                                    |                         |                  |             |             |
| Перлит/Вермикулит                          | 2100-2300/<br>2400-2700 | 0,3-0,8/0,25-0,4 | -/0,00015   | 0,1 - 1     |
| Полимерные<br>гранулы (ПВХ/<br>полистирол) | 1260-1420/<br>1050-1080 | 6-160/0,05-0,15  | 2,6 – 4/3,2 | 1 - 10      |
| Древесные<br>опилки/щепа                   | 200-350/540-<br>750     | -/10-60          | 0,6-1,5/14  | -/0,1 – 2,3 |

Во всех составах в качестве вяжущего использовали портландцемент.

Как видно из табл.1, наибольший модуль упругости у бетонов на стальном заполнителе. Бетоны на основе щебня (гранитного, известнякового, шлакового) обладают более высоким модулем упругости по сравнению с бетонами на гравийной основе. Это связано с более кубовидной формой зерен щебня и его высокой прочностью. Гранитный щебень обеспечивает один из самых высоких модулей упругости из-за высокой прочности и твердости гранита. Известняковый щебень имеет более низкую прочность и модуль упругости по сравнению с гранитом, что приводит к несколько меньшим значениям модуля упругости бетона. Гравий, будучи более окатанным, имеет меньшую площадь контакта с цементным камнем, что может снижать общий модуль упругости бетона.

Легкие бетоны используют пористые заполнители для снижения плотности и улучшения теплоизоляционных свойств. Они имеют значительно более низкий модуль упругости по сравнению с тяжелыми бетонами.

Знание статического модуля упругости бетона позволяет обеспечить соответствие конструкций нормативным требованиям по эксплуатационной пригодности.

### ***Библиографический список литературы:***

1. Рапопорт П.Б., Рапопорт Н.В., Полянский В.Г., Соколова Е.Р., Гарибов Р.Б., Кочетков А.В., Янковский Л.В. Анализ срока службы современных цементных бетонов // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 4; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=6559> (дата обращения: 22.03.2026).

2. Мирсаяпов И. Т., Гарифуллин Д. Р. Инженерные методы расчета деформаций, модуля упругости и предела выносливости бетона при циклическом нагружении // Известия КГАСУ. 2020 № 3 (53). С. 15–26.

3. Павлова И.П. О влиянии заполнителей на модуль упругости бетона. В: Напрягающие цементы, бетоны и самонапряженные конструкции: сборник трудов

Международной научно-практической конференции, Брест, 18-20 декабря 2000 г. Брест: БрГТУ; 2000, с. 164-170.

## ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В КОНТЕКСТЕ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ

**Прохоров Сергей Григорьевич**

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: tgv@pguas.ru*

**Валеева Вера Владимировна**

*слушатель факультета заочного и открытого образования  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: tgv@pguas.ru*

## EXPERIENCE IN CONDUCTING COURSE DESIGN IN THE CONTEXT OF PROFESSIONAL RETRAINING PROGRAM

**Prokhorov Sergey Grigoryevich**

*candidate of technical Sciences associate Professor of department «Heat and gas supply  
and ventilation»*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: tgv@pguas.ru*

**Valeeva Vera Vladimirovna**

*student of the Faculty of Correspondence and Open Education  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: tgv@pguas.ru*

**Аннотация:** рассматривается основное содержание курсового проекта на конкретном примере при обучении по программе профессиональной переподготовки.

**Ключевые слова:** программа профессиональной переподготовки, курсовое проектирование.

**Abstract:** the main content of the course project is considered using a specific example during training under a professional retraining program.

**Key words:** professional retraining program, course desing.

Обучение по программе профессиональной переподготовки «Газораспределение и газопотребление» проводится на факультете дополнительного профессионального образования Пензенского государственного университета архитектуры и строительства с 2014 года. В настоящее время форма обучения очная с частичным использованием дистанционных технологий.

В рамках программы предусмотрено курсовое проектирование на тему: «Газоснабжение сосредоточенного потребителя с разработкой сетей газораспределения и газопотребления». Рассмотрим основное содержание курсового проекта на примере проекта газоснабжения индивидуального жилого дома.

В доме предусматривается установка в теплогенераторной настенного двухконтурного котла BaxiLuna с закрытой камерой сгорания мощностью 31 кВт и котла напольного одноконтурного BaxiSlim мощностью 48,7 кВт (резервный), а также плиты газовой четырехконфорочной ПГ-4 в помещении кухни на первом этаже. Общий расход газа – 10,7 м<sup>3</sup>/ч. Удаление продуктов сгорания от настенного котла предусмотрено через коаксиальный дымоход ф100/ф60 мм, от напольного котла – в индивидуальный дымоход ф160 мм, выведенный через стену. Вентиляция помещений, где устанавливается газопотребляющее оборудование, естественная – приток через форточки (фрамуги), вытяжка через вентканалы ф150 мм и ф100 мм соответственно.

Газоснабжение жилого дома предусмотрено от существующего надземного стального газопровода высокого давления 2 категории ф57 мм. Для снижения давления газа с высокого до низкого устанавливается пункт редуцирования газа типа ГРПШ-10МС на базе регулятора давления РДГК-10М (пропускная способность в данном случае 60 м<sup>3</sup>/ч). Молниезащиту и заземление выполнить по серии 5.905-17.07. Охранная зона ГРПШ – территория, ограниченная замкнутой линией, проходящей на расстоянии 10 м от границы объекта.

Прокладка наружного газопровода низкого давления принята подземной из полиэтиленовых труб (ГОСТ Р 58121.2-2018) ПЭ100 ГАЗ SDR11 ф63\*5,8 с коэффициентом запаса прочности не менее 2,7 на глубине 1,2 м до верха трубы. На выходе газопровода из земли предусмотрены защитный футляр, шаровой кран ф50 и изолирующее соединение ИС-50. Выход подземного газопровода из земли выполнить цокольным вводом ф63\*5,8/ст57. На расстоянии 0,2 м от верха присыпанного газопровода уложить сигнальную ленту желтого цвета со встроенным проводом-спутником с выводом его концов на поверхность. Вдоль трассы газопровода устанавливается охранная зона в виде территории, ограниченной условными линиями, проходящими на расстоянии 3 метров от газопровода со стороны провода и 2 метров – с противоположной стороны.

Внутренний газопровод принят из водогазопроводных труб (ГОСТ 3262-75\*). Прокладку газопровода через стенку выполнить по серии 5.905-25. Газовый счетчик предусмотрен на улице на высоте 1,6 м от уровня земли.

Безопасность обеспечивается системами контроля загазованности в теплогенераторной и на кухне, а также термозапорным клапаном на вводе в

теплогенераторную. Расчет обоснована необходимая площадь легкосбрасываемых конструкций в помещениях, где установлено газопотребляющее оборудование. На ответвлениях к нему предусмотрены запорная арматура, диэлектрические муфты, гибкие сильфонные подводки.

Основные проектные решения приведены на рис.1,2,3.

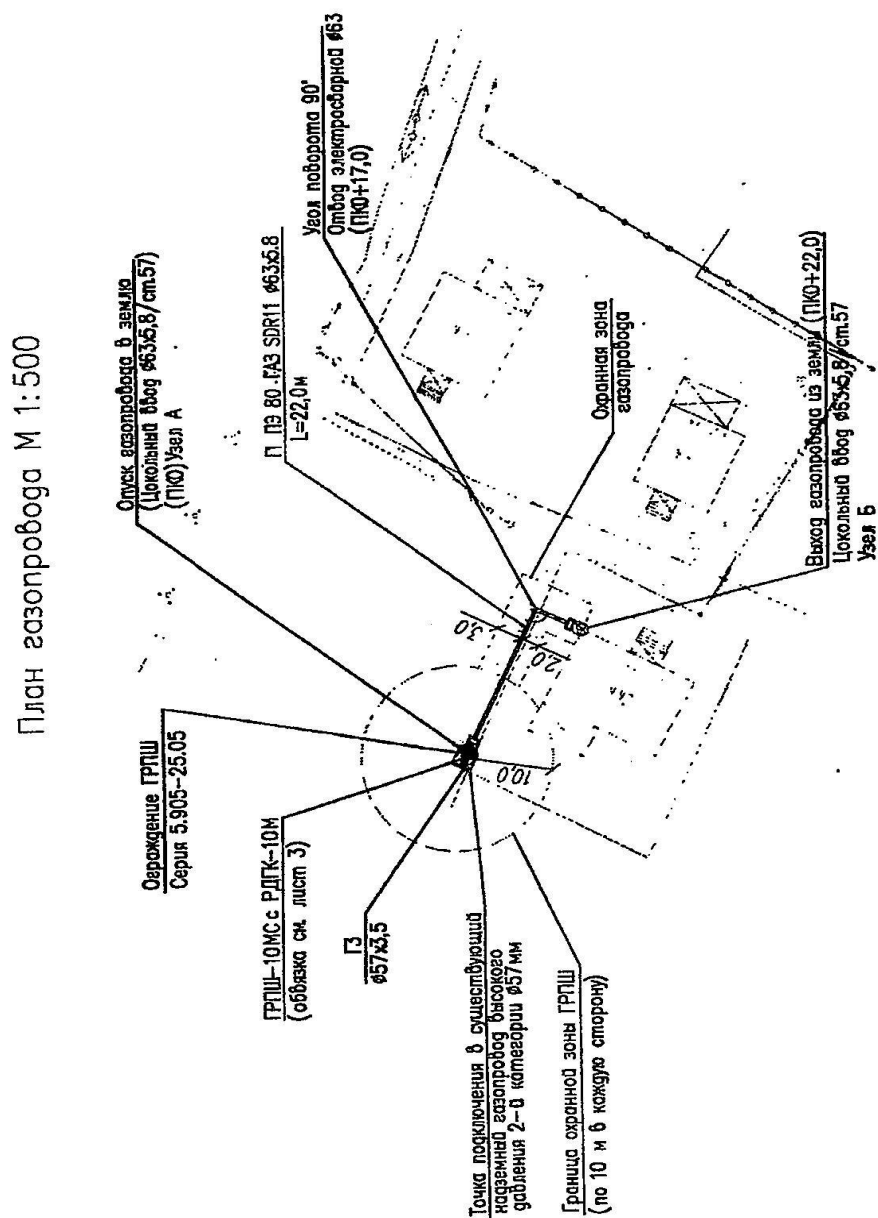
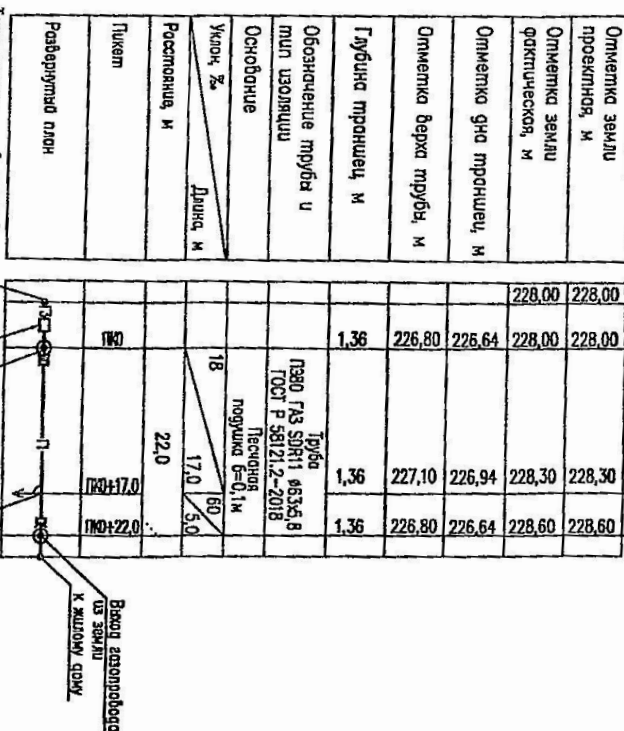


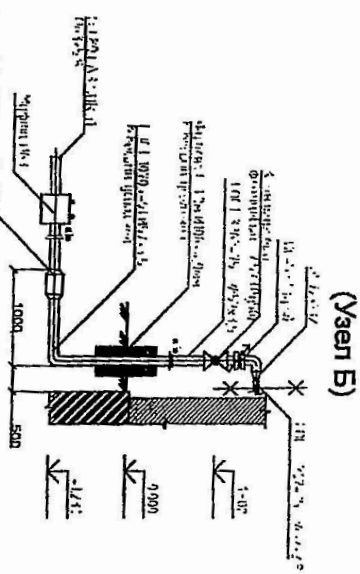
Рис.1. План наружного газопровода

То же наименование в существующем названии газопровода отского газопровода 2-го километра №57 км



Угол поворота 90°

(Y3en A)



**Примечание:** Указанное подразделение от 1.6.8 до 1.6.9 относится к неклассифицированному состоянию (классификация в соответствии с ICD-10) и подлежит лечению за счетом государственной компенсации.

Рис.2. Профиль наружного газопровода

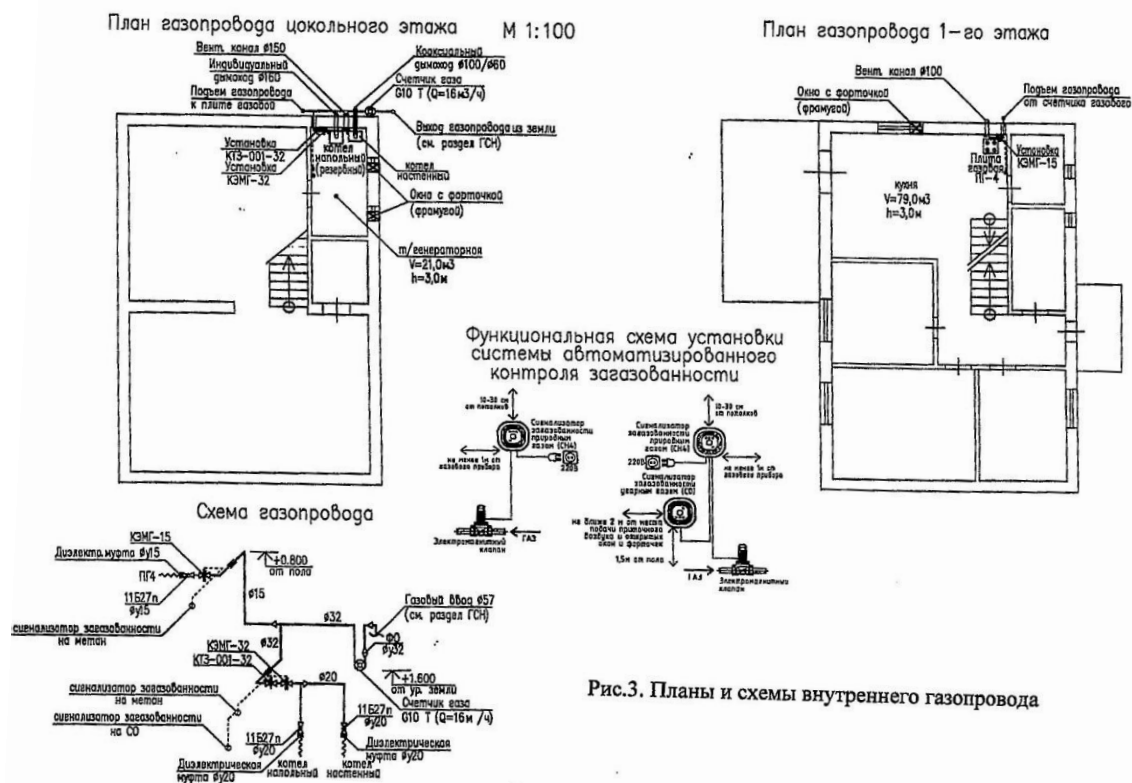


Рис.3. Планы и схемы внутреннего газопровода

### Библиографический список литературы:

1. СП 42-101-2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб.
2. СП 42-102-2003. Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб.
3. СП 42-103-2003 Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов.
4. Постановление Правительства РФ от 29 октября 2010 года №870 «Об утверждении технического регламента о безопасности сетей газораспределения и газопотребления» (с изм. на 14 декабря 2018 года).
5. СП 62.13330.2011\* Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002.
6. СП 402.1325800.2018. Здания жилые. Правила проектирования систем газопотребления.

## ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ НА ПРИМЕРЕ ЦЕМЕНТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Симонова Ирина Николаевна**

*кандидат исторических наук, доцент кафедры «Инженерная экология»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: irina.simonova.79@mail.ru*

**Гафуров Бахром Музафаралиевич**

*бакалавр*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: irina.simonova.79@mail.ru*

## CHARACTERISTICS OF IMPACT ON ATMOSPHERIC AIR: A CASE STUDY OF THE CEMENT INDUSTRY

**Simonova Irina Nikolaevna**

*candidate of Historical Sciences (PhD in History), Associate Professor of the Department of  
Engineering Ecology*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: irina.simonova.79@mail.ru*

**Gafurov Bakhrom Muzafaralievich**

*bachelor's Degree Student*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: irina.simonova.79@mail.ru*

**Аннотация:** в статье проведён комплексный анализ особенностей воздействия цементной промышленности на атмосферный воздух. Рассмотрены основные технологические источники выбросов (вращающиеся печи, транспортно-сырьевые узлы, узлы охлаждения и упаковки), а также специфический состав загрязняющих веществ, включающий высокодисперсную щелочную пыль, оксиды серы и азота, угарный газ, летучие тяжёлые металлы (ртуть, свинец, кадмий), органические соединения (диоксины, фураны) и диоксид углерода. Показан механизм формирования зоны загрязнения по температурным зонам вращающейся печи. Выделены экологические последствия на локальном (закупорка устьиц растений, щелочные дожди, респираторные заболевания), региональном (кислотные дожди, фотохимический смог) и глобальном уровнях (7–8% антропогенных выбросов  $\text{CO}_2$ ). Охарактеризованы современные технологии снижения выбросов: рукавные фильтры, SNCR, связывание  $\text{SO}_2$ , шоковое охлаждение газов для подавления диоксинов, частичная замена клинкера. Отдельное внимание уделено сравнению «мокрого» и «сухого» способов производства, а также перспективным

направлениям декарбонизации (геополимеры, карбонатные цементы). Сделан вывод о необходимости комбинации технологических подходов в кратко- и долгосрочной перспективе.

**Ключевые слова:** цементная промышленность, атмосферный воздух, техногенное загрязнение, цементная пыль, мелкодисперсные частицы.

**Abstract:** the article provides a comprehensive analysis of the impact characteristics of the cement industry on atmospheric air. The main technological sources of emissions (rotary kilns, transport and raw material units, cooling and packaging units) are examined, as well as the specific composition of pollutants, including highly dispersed alkaline dust, sulfur and nitrogen oxides, carbon monoxide, volatile heavy metals (mercury, lead, cadmium), organic compounds (dioxins, furans), and carbon dioxide. The mechanism of pollution zone formation across the temperature zones of the rotary kiln is demonstrated. Environmental consequences are highlighted at the local level (clogging of plant stomata, alkaline rains, respiratory diseases), regional level (acid rain, photochemical smog), and global level (7–8% of anthropogenic CO<sub>2</sub> emissions). Modern emission reduction technologies are characterized: bag filters, SNCR, SO<sub>2</sub> binding, shock cooling of gases for dioxin suppression, and partial clinker replacement. Special attention is paid to the comparison of "wet" and "dry" production methods, as well as promising directions for decarbonization (geopolymers, carbonate cements). The conclusion is made about the need for a combination of technological approaches in the short and long term.

**Key words:** cement industry, atmospheric air, technogenic pollution, cement dust, fine particulate matter.

Цементная промышленность является одним из крупнейших техногенных загрязнителей атмосферы. Это связано с огромными объемами перерабатываемого сырья, высокотемпературной обработкой и значительными потоками отходящих газов. Воздействие носит комплексный, многофакторный характер и затрагивает как локальный так и глобальный уровни.

На цементном заводе можно выделить три основных типа источников выбросов:

Технологические печи (вращающиеся печи). Самый мощный источник. Выхлопные газы содержат продукты горения топлива и декарбонизации сырья.

Транспортно-сырьевые узлы. Дробилки, мельницы, конвейеры, силосы — источники интенсивной запыленности (неорганическая пыль).

Узлы охлаждения и упаковки готовой продукции. Выделение мелкодисперсной, гидрофильной цементной пыли.

В отличие от тепловых электростанций, состав выбросов цементного завода уникален:

1. Неорганическая пыль (основной загрязнитель по массе):

Сырьевая (карбонаты, силикаты, глина) — крупная фракция.

Клинкерная и цементная (силикаты кальция, алюминаты, алюмоферриты) — высокодисперсная (1-10 мкм), способна висеть в воздухе часами.

Нужно отметить, что особенность цементной пыли в том, что она щелочная (pH 10-12) и при осаждении защелачивает почву и воду.

2. Оксиды серы ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ). Образуются при сжигании серосодержащего топлива (мазут, уголь) и разложении сульфидов в сырье. Особенность этих веществ в том, что в печной атмосфере  $\text{SO}_2$  частично связывается с оксидом кальция ( $\text{CaO}$ ) в сырье, что снижает выбросы, но при нарушении режима обжига происходит резкий «выброс серы».

3. Оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ). Образуются при высоких температурах (термические  $\text{NO}_x$ ) и из азота топлива. Цементные печи генерируют до 70-80% всех  $\text{NO}_x$  от предприятия. Температурный пик в зоне горения достигает  $2000^\circ\text{C}$ , что идеально для образования  $\text{NO}_x$ .

4. Оксид углерода ( $\text{CO}$ ). Признак неполного сгорания топлива. Характерен для печей с недостатком кислорода или при работе на альтернативном топливе.

5. Летучие тяжелые металлы ( $\text{Hg}$ ,  $\text{Tl}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{Cd}$ ,  $\text{Cr(VI)}$ ). Сырье (мергель, глина) часто содержит микропримеси металлов. В зоне обжига они испаряются, а затем конденсируются на поверхности пыли. Опасность заключается в том, что ртуть ( $\text{Hg}$ ) почти не улавливается фильтрами и является маркерным загрязнителем цементного производства.

6. Органические соединения (диоксины, фураны, ПАУ). Возникают только при использовании альтернативного топлива (отходы, шины, пластмассы).

Если температура газов на выходе из печи быстро снижается (менее  $850^\circ\text{C}$ ), нарушается механизм «трех Т» (температура, время, турбулентность), и диоксины «достраиваются» в холодном тракте.

7. Диоксид углерода ( $\text{CO}_2$ ). Парниковый газ. В цементной отрасли до 60%  $\text{CO}_2$  образуется не от сжигания топлива, а в результате декарбонизации известняка:  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$ . Это неизбежный химический процесс.

Попробуем разобрать механизм формирования зоны загрязнения на примере вращающейся печи.

Вдоль тракта печи формируются разные зоны с характерными выбросами:

- Зона горения ( $2000^\circ\text{C}$ ):  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}_2$ .
- Зона спекания ( $1300-1450^\circ\text{C}$ ): испарение щелочей и металлов.

- Зона декарбонизации (900-1100°C): основной поток  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  (если не связан  $\text{CaO}$ ).
- Зона теплообмена и запечные газоходы (300-800°C): конденсация металлов, потенциальное образование диоксинов.
- Рукавные фильтры (<150°C): улавливание твердых частиц, но ртуть и легкие органические соединения проходят.

Результат: формируется комбинированный факел рассеивания, где в радиусе 2-5 км создается повышенная концентрация пыли,  $\text{NO}_2$  и специфических маркеров (V, Cr, Ni).

Выделим экологические и санитарно-гигиенические последствия влияния цементной промышленности.

На локальном уровне:

- Оседание цементной пыли на листьях растений → закупорка устьиц, нарушение фотосинтеза (хлороз, некроз).
- Щелочные дожди (рН осадков 6,0-6,5 вместо 5,6) из-за нейтрализации кислот пылью.
- Заболевания органов дыхания у населения (силикоз, бронхиты, астма).

На региональном уровне:

- Кислотные дожди (от  $\text{SO}_2$  и  $\text{NO}_x$ ) после трансформации в серную и азотную кислоты.
- Образование фотохимического смога ( $\text{NO}_x + \text{VOC}$ ) в жаркую погоду.

На глобальном уровне:

- Цементная промышленность дает ~7-8% мировых антропогенных выбросов  $\text{CO}_2$ .

Современные заводы внедряют решения, ломающие классический профиль выбросов:

Пылеулавливание: переход от электрофильтров (эффективность 96-98%) к рукавным фильтрам (99,9%). Улавливают даже субмикронные частицы.

SNCR (Selective Non-Catalytic Reduction): впрыск водного раствора аммиака или карбамида в зону 850-1050°C печи. Снижение  $\text{NO}_x$  на 50-70%.

Связывание  $\text{SO}_2$ : подача в печь увлажненного известняка или использование сырья с высоким содержанием  $\text{CaO}$ , который работает как природный сероочиститель.

Подавление диоксинов: быстрое охлаждение отходящих газов с 550 до 150°C менее чем за 1 секунду (шоковое охлаждение).

Борьба с  $\text{CO}_2$ : частичная замена клинкера (до 50%) на доменные шлаки, золы-уноса, известняк (производство «зеленых цементов»). Улавливание  $\text{CO}_2$  (Capture) — пока единичные проекты.

Альтернативное топливо: использование отходов (шины, RDF) требует строгого контроля температуры и времени выдержки газов.

Хотелось бы отметить, что в России до 40% заводов до сих пор используют мокрый способ производства (энергозатратно + много выбросов) и старые электрофильтры. Мокрый способ производства цемента считается более «грязным» с экологической точки зрения, чем сухой, по нескольким ключевым причинам. Основная проблема — это значительно более высокое потребление энергии и, как следствие, увеличение выбросов.

Воздействие цементной промышленности на атмосферу — это классический пример техногенного воздействия с доминированием мелкодисперсной пылиопасной по механизму глубокого проникновения и сорбции тяжелых металлов и парникового газа CO<sub>2</sub> с неизбежной декарбонизацией сырья. Технологии фильтрации решают проблему пыли на 95-99%, однако для CO<sub>2</sub> они принципиально неприменимы из-за объемов, концентрации и экономики. Кардинальное решение лежит не в очистке, а в отказе от клинкерной парадигмы: переход на геополимерные вяжущие или CO<sub>2</sub>-отверждаемые карбонатные цементы.

Однако каждый из этих путей имеет технологические, сырьевые и экономические ограничения, что требует комбинации подходов: максимальной замены клинкера активными добавками в краткосрочной перспективе, пилотного внедрения геополимеров и масштабирования карбонатных технологий при условии развития инфраструктуры утилизации CO<sub>2</sub>.

#### ***Библиографический список литературы:***

1. Симонова И.Н., Власов А.Н. Характеристика загрязняющих веществ на ООО «ЭКОСервис» г. Кузнецк // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2020. - № 3. – С. 113-118.
2. Симонова И.Н., Дроздова В.В. Эколого-экономическая эффективность мероприятий по уменьшению выбросов в атмосферу на предприятии ЗАО «Пензенская кондитерская фабрика» // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2020. - № 6. – С. 197-203.
3. Симонова И.Н., Панина Т.А. Эколого-экономическая эффективность мероприятий по уменьшению количества отходов на предприятии ЗАО «Старый пивовар» г. Пенза // Проблема региональной экологии - 2019. - № 1. – С. 108-110.

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЗООЛОГИЧЕСКИХ ПАРКОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ КАК НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ

**Солуданов Яков Юрьевич**

*старший преподаватель кафедры «Дизайн и художественное проектирование  
интерьеров»*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

**Гарькина Валерия Александровна**

*студент группы 24ИСТ 11м*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

**Месселе Виктория Алексеевна**

*студент группы 01ТБ24*

*ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им.  
К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)»*

*e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

## PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF ZOOLOGICAL PARKS OF THE RUSSIAN FEDERATION AS SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL CENTERS

**Soludanov Yakov Yuryevich**

*associate Professor of the Department of Design and Artistic Interior Design  
FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

**Garkina Valeria Aleksandrovna**

*student of group 24IST 11m*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

**Messel Victoria Alekseevna**

*student, Group 01TB24*

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, K.G. Razumovsky  
Moscow State University of Technology and Management (First Cossack University)*

*e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

**Аннотация:** анализируются актуальные проблемы и перспективы трансформации зоологических парков Российской Федерации из традиционных учреждений демонстрационного типа в полноценные научно-образовательные центры. Анализируется современное состояние отечественной зоопарковой отрасли, выявляются ключевые противоречия между декларируемыми функциями зоопарков и реальным уровнем их научно-образовательной деятельности. Предлагается комплекс организационных, методических и инфраструктурных мер, направленных на интеграцию

*зоологических парков в систему природоохранного образования и научных исследований. Проведён сравнительный анализ показателей ведущих российских и зарубежных зоопарков по ключевым критериям научно-образовательной деятельности.*

**Ключевые слова:** *зоологический парк, научно-образовательный центр, зоопедагогика, природоохранное просвещение, сохранение биоразнообразия, реинтродукция, научные исследования в зоопарках, экологическое образование, Россия.*

**Abstract:** *this article analyzes the current challenges and prospects for transforming zoological parks in the Russian Federation from traditional demonstration institutions into fully-fledged scientific and educational centers. It examines the current state of the domestic zoo industry, identifying key contradictions between the declared functions of zoos and the actual level of their scientific and educational activities. A set of organizational, methodological, and infrastructural measures aimed at integrating zoological parks into the system of environmental education and scientific research is proposed. A comparative analysis of the performance of leading Russian and international zoos based on key criteria of scientific and educational activities is conducted.*

**Key words:** *zoological park, scientific and educational center, zoopedagogy, environmental education, biodiversity conservation, reintroduction, scientific research in zoos, environmental education, Russia.*

Зоологический парк в современном понимании давно перестал быть местом исключительно для демонстрации животных. Мировое зоопарковое сообщество, объединённое под эгидой Всемирной ассоциации зоопарков и аквариумов (WAZA), декларирует четыре основополагающие функции современного зоопарка: рекреационную, образовательную, научно-исследовательскую и природоохранную [1,2]. Тем не менее, в Российской Федерации большинство зоопарков по-прежнему реализуют преимущественно первую из них, тогда как три остальные остаются в значительной мере декларативными.

По данным Евроазиатской региональной ассоциации зоопарков и аквариумов (EARAZA), в России насчитывается более 60 зоологических учреждений различного ведомственного подчинения. Из них полноценную научно-исследовательскую деятельность ведут не более 10–12 организаций, а систематические образовательные программы реализуются лишь в 15–18 учреждениях. Эта диспропорция свидетельствует о глубоком структурном кризисе отрасли, требующем как научного осмысления, так и выработки конкретных управленческих решений [3].

Актуальность темы определяется рядом факторов. Во-первых, нарастающим кризисом биоразнообразия: по оценкам МСОП, темпы исчезновения видов в XXI веке в сотни раз превышают фоновые значения. Во-вторых, снижением экологической грамотности населения при одновременном росте урбанизации, при которой зоопарк остаётся для миллионов горожан единственным местом непосредственного контакта с живой природой. В-третьих, накопленным мировым опытом превращения зоопарков в признанные научные институции, который крайне слабо транслируется в российскую практику.

Анализ деятельности российских зоопарков позволяет выделить несколько взаимосвязанных проблемных блоков.

Институциональный разрыв выражается в отсутствии чёткого правового статуса зоопарка как научно-образовательного учреждения. Действующий Федеральный закон № 52-ФЗ «О животном мире» и подзаконные акты регулируют деятельность зоопарков преимущественно в части содержания животных, оставляя вопросы научной и образовательной деятельности практически без нормативного регулирования.

Кадровый дефицит проявляется в хроническом недостатке специалистов, сочетающих компетенции в области зоологии, педагогики и научных исследований. Штатные расписания большинства региональных зоопарков не предусматривают должностей научного сотрудника, методиста образовательных программ или специалиста по реинтродукции [4,5].

Финансовая зависимость от продажи билетов порождает устойчивый конфликт между коммерческой привлекательностью учреждения и его научно-образовательными функциями. В условиях дефицита бюджетного финансирования администрации зоопарков вынуждены отдавать приоритет зрелищным экспозициям в ущерб исследовательской инфраструктуре.

Разобщённость с академической наукой выражается в слабой интеграции зоопарков с университетами, институтами РАН и природоохранными организациями. Потенциал зоопарков как живых коллекций для фундаментальных и прикладных зоологических исследований используется крайне недостаточно. Методическое отставание в сфере образования проявляется в преобладании устаревших экскурсионных форматов над интерактивными, проектными и цифровыми методами работы с посетителями.

В работе использован комплекс общенаучных и специальных методов: системный анализ нормативно-правовой базы регулирования зоопарковой деятельности в России и зарубежных странах; сравнительно-аналитический метод для оценки показателей деятельности зоопарков; контент-анализ официальных сайтов, годовых отчётов и научных

публикаций российских и зарубежных зоологических учреждений; экспертные оценки специалистов EAZA; метод SWOT-анализа применительно к отдельным учреждениям; изучение лучших практик ведущих мировых зоопарков [6,7].

Ниже представлена сравнительная таблица ключевых показателей научно-образовательной деятельности ведущих российских зоопарков в сопоставлении с зарубежными аналогами-лидерами (Таблица 1).

Говоря о перспективах развития российских зоопарков как научно-образовательных центров, принципиально важно учитывать глубокую неоднородность отрасли в региональном разрезе. Было бы методологической ошибкой рассматривать все 60+ российских зоологических учреждений как единую категорию и предлагать для них унифицированные решения [8].

По совокупности критериев — площади, видовому составу коллекции, кадровому потенциалу, финансовой базе и уже реализуемым научно-образовательным программам — российские зоопарки целесообразно разделить на три функциональных уровня.

Таблица 1

Сравнительные показатели научно-образовательной деятельности зоопарков (данные за 2022–2023 гг.)

| Показатель                                  | Московский зоопарк (РФ) | Новосибирский зоопарк (РФ) | Ленинградский зоопарк (РФ) | Берлинский зоопарк (Германия) | Сан-Диегский зоопарк (США) | Венский зоопарк Шёнбрунн (Австрия) |
|---------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Год основания                               | 1864                    | 1947                       | 1865                       | 1844                          | 1916                       | 1752                               |
| Площадь (га)                                | 21,5                    | 63,0                       | 7,4                        | 35,0                          | 100,0                      | 17,0                               |
| Число видов животных                        | ~1 100                  | ~800                       | ~600                       | ~1 300                        | ~3 700                     | ~700                               |
| Штатные научные сотрудники                  | 12                      | 5                          | 3                          | 84                            | 120+                       | 40                                 |
| Публикаций в год (в рецензируемых изданиях) | 8–12                    | 3–5                        | 1–3                        | 60–80                         | 150+                       | 30–40                              |
| Активных программ                           | 18                      | 22                         | 6                          | 60+                           | 120+                       | 30                                 |

| Показатель                                                     | Московский зоопарк (РФ) | Новосибирский зоопарк (РФ) | Ленинградский зоопарк (РФ) | Берлинский зоопарк (Германия) | Сан-Диегский зоопарк (США) | Венский зоопарк Шёнбрунн (Австрия) |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| разведения угрожаемых видов (EEP/SSP или аналоги)              |                         |                            |                            |                               |                            |                                    |
| Реализованных реинтродукционных проектов (за последние 10 лет) | 2                       | 4                          | 0                          | 12                            | 35                         | 8                                  |
| Постоянных образовательных программ                            | 15                      | 12                         | 6                          | 70+                           | 100+                       | 35                                 |
| Охват образовательным и программами (тыс. чел./год)            | 120                     | 80                         | 25                         | 400                           | 700                        | 200                                |
| Наличие научной лаборатории                                    | Да                      | Да                         | Нет                        | Да                            | Да                         | Да                                 |
| Партнёрство с университетами                                   | 3                       | 5                          | 1                          | 20+                           | 30+                        | 10                                 |
| Доля бюджетного финансирования (%)                             | ~35                     | ~40                        | ~55                        | ~20                           | ~5                         | ~30                                |
| Членство в международных ассоциациях                           | WAZA, EAZA              | EARAZA                     | EARAZA                     | WAZA, EAZA                    | WAZA, AZA                  | WAZA, EAZA                         |

**Первый уровень — федеральные научно-образовательные центры** (потенциальные или уже частично сложившиеся). К этой категории относятся Московский зоопарк, Новосибирский зоопарк имени Р. А. Шило, Ростовский зоопарк и

Екатеринбургский зоопарк. Эти учреждения располагают достаточной ресурсной базой, сложившимися научными коллективами и инфраструктурой для того, чтобы при целенаправленной государственной поддержке стать полноценными научно-образовательными центрами федерального значения с функциями координации и методической поддержки учреждений второго и третьего уровней.

**Второй уровень — региональные многофункциональные зоопарки** с умеренным научно-образовательным потенциалом. Сюда входят учреждения в городах-миллионниках и крупных региональных центрах: Казань, Нижний Новгород, Красноярск, Омск, Уфа, Челябинск. При целевых инвестициях и кадровом усилении эти зоопарки способны развить полноценные образовательные программы и участвовать в отдельных научных проектах, прежде всего в рамках региональных программ сохранения биоразнообразия.

**Третий уровень — малые зоопарки и зооуголки** преимущественно рекреационного типа, расположенные в небольших городах. Для них реалистичной целью является не самостоятельная научная деятельность, а органичная интеграция в региональные экологические образовательные сети в партнёрстве с местными школами, колледжами и особо охраняемыми природными территориями.

Подобная трёхуровневая структура позволяет выстроить рациональную вертикаль взаимодействия, при которой федеральные центры обеспечивают методологию и координацию, региональные зоопарки адаптируют её к местным условиям, а малые учреждения выполняют важнейшую функцию первичного экологического просвещения на местах.

Мировая практика предлагает несколько хорошо апробированных моделей трансформации зоопарка в научно-образовательный центр. Критически важно рассмотреть их применимость именно в российском контексте [9].

**Немецкая модель** базируется на тесной институциональной связке зоопарка с университетом. Берлинский зоопарк исторически сотрудничает с Берлинским свободным университетом и Университетом Гумбольдта, что обеспечивает постоянный приток молодых исследователей, совместные гранты и высокую публикационную активность. Применительно к России эта модель наиболее реалистична для Московского, Новосибирского и Екатеринбургского зоопарков, расположенных в городах с мощными академическими традициями.

**Американская модель** предполагает превращение зоопарка в самостоятельный научно-исследовательский институт с собственными лабораториями мирового уровня. Институт охраны природы Смитсоновского зоопарка и Институт охраны дикой природы Сан-Диегского зоопарка ведут фундаментальные исследования по генетике,

репродуктивной биологии и экологии, результаты которых публикуются в ведущих мировых журналах. В российских условиях полная реализация этой модели затруднена финансовыми ограничениями, однако отдельные её элементы — в первую очередь создание генетических лабораторий и биобанков — вполне достижимы уже в среднесрочной перспективе.

**Скандинавская модель** делает акцент на максимальной интеграции зоопарка в систему формального образования. Копенгагенский зоопарк, например, является аккредитованным учебным заведением, а его программы включены в официальные учебные планы датских школ. Для России эта модель представляется наиболее перспективной с точки зрения относительно низких затрат при высоком социальном эффекте: включение зоопарковых программ в региональные учебные планы по биологии и экологии не требует масштабных капитальных инвестиций, но может кардинально изменить статус учреждения.

**Британская модель** делает упор на природоохранном финансировании и международных партнёрствах. Зоологическое общество Лондона (ZSL) направляет значительную часть доходов от посещения зоопарка на финансирование полевых исследований в более чем 50 странах мира. Для российских зоопарков эта модель открывает возможности через участие в международных программах сохранения видов, характерных для российской фауны, — амурского тигра, дальневосточного леопарда, стерха, снежного барса.

Отдельного внимания заслуживает вопрос о роли российских зоопарков в сохранении видов, включённых в Красную книгу Российской Федерации. Это направление является одновременно наиболее социально значимым и наиболее очевидным аргументом в пользу государственной поддержки научно-образовательной трансформации зоопарков.

По состоянию на момент последнего издания Красной книги РФ (2021), в неё включено 443 вида животных. Российские зоопарки содержат популяции многих из них, однако систематические программы разведения с целью последующей реинтродукции реализуются лишь для единиц. Среди наиболее успешных примеров выделяются программы по разведению дрофы, стерха и лошади Пржевальского. Тем не менее потенциал этого направления реализован в лучшем случае на 20–25%.

Принципиально важно, что именно здесь пересекаются научная, образовательная и природоохранная функции зоопарка. Программа разведения редкого вида — это одновременно объект научных исследований, живой образовательный ресурс для посетителей и прямой вклад в сохранение национального природного наследия. Демонстрация амурского тигра или снежного барса в условиях продуманной экспозиции с

образовательным сопровождением способна сформировать у посетителя не просто пассивное восхищение, но активную природоохранную позицию — при условии, что зоопарк выстроит соответствующую нарративную и педагогическую среду.

Цифровая трансформация зоопарков заслуживает отдельного и более детального рассмотрения, поскольку именно это направление способно обеспечить качественный скачок в образовательной эффективности учреждений при относительно умеренных затратах.

Первым и наиболее очевидным направлением является создание интерактивных цифровых экспозиций. Информационные панели с QR-кодами, дополненная реальность, позволяющая «увидеть» животное в его естественной среде обитания, интерактивные карты ареалов и миграционных маршрутов — всё это инструменты, давно ставшие стандартом в ведущих мировых зоопарках, но практически отсутствующие в большинстве российских учреждений.

Вторым направлением является платформа гражданской науки. Посетители зоопарка могут быть вовлечены в реальные научные наблюдения — фиксацию поведенческих актов, участие в этологических исследованиях через специализированные приложения. Подобная вовлечённость резко повышает образовательную ценность визита и формирует у посетителя ощущение причастности к научному процессу.

Третьим направлением является дистанционное образование. Онлайн-трансляции из вольеров, виртуальные экскурсии, образовательные подкасты и видеолекции специалистов зоопарка позволяют охватить аудиторию, физически не имеющую доступа к крупным зоологическим учреждениям. Это особенно актуально для России с её огромными расстояниями и неравномерным распределением зоопарков по территории страны.

Четвёртым направлением является открытая база данных зоопарковых коллекций. Интеграция российских зоопарков в международные базы данных Species360 (ZIMS) позволит повысить прозрачность коллекций, облегчить координацию программ разведения и создать основу для сравнительных научных исследований.

В таблице 2 представлена дорожная карта трансформации российских зоопарков в научно-образовательные центры. Было бы неполным рассматривать трансформацию зоопарков исключительно в научно-организационном измерении, игнорируя их глубокий социальный и гуманистический потенциал. Зоопарк — это одно из немногих публичных пространств, где люди разного возраста, социального положения и уровня образования оказываются перед лицом живой природы в равных условиях. Для ребёнка из отдалённого района мегаполиса визит в зоопарк может стать первым и определяющим опытом

взаимодействия с дикими животными — опытом, способным сформировать экологическое мировоззрение на всю жизнь. Для пожилого человека программы «серебряного туризма» в зоопарке несут терапевтическую и социализирующую функцию. Для человека с расстройствами аутистического спектра контакт с животными в рамках специализированных программ зоотерапии открывает уникальные реабилитационные возможности.

Таблица 2

Дорожная карта трансформации российских зоопарков в научно-образовательные центры

| Этап             | Период    | Ключевые мероприятия                                                                                                                                         | Ответственные                          | Ожидаемый результат                                        |
|------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Подготовительный | 2025–2026 | Разработка концепции развития зоопарков как НОЦ; аудит кадрового и инфраструктурного потенциала; формирование межведомственной рабочей группы                | Минприроды РФ, Минпросвещения РФ, EAZA | Принятая Концепция развития зоопарковой отрасли до 2035 г. |
| Нормативный      | 2026–2027 | Разработка и принятие ФЗ «О зоологических парках»; введение системы государственной аккредитации; утверждение стандартов научно-образовательной деятельности | Государственная Дума РФ, Минприроды РФ | Правовая база для статуса НОЦ                              |
| Кадровый         | 2026–2028 | Разработка профстандарта «зоопарковый биолог» и «зоопедагог»; запуск образовательных                                                                         | Минобрнауки РФ, РАН, EAZA              | Подготовка первых 200+ специалистов нового профиля         |

| Этап             | Период    | Ключевые мероприятия                                                                                                                                    | Ответственные                                        | Ожидаемый результат                                   |
|------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                  |           | программ в 5 ведущих университетах; система стажировок                                                                                                  |                                                      |                                                       |
| Инфраструктурный | 2027–2030 | Создание научных лабораторий в 10 ведущих зоопарках; оснащение цифровыми образовательными системами; строительство учебных центров                      | Федеральный и региональные бюджеты, частные партнёры | 10 зоопарков с полноценной научной инфраструктурой    |
| Программный      | 2028–2030 | Разработка и внедрение типовых образовательных программ всех уровней; включение в региональные учебные планы; запуск 5 новых реинтродукционных проектов | Зоопарки, Минпросвещения РФ                          | 500 тыс. чел./год охвата образовательными программами |
| Интеграционный   | 2030–2035 | Вступление ведущих зоопарков в WAZA и EAZA; участие в 20+ международных программах сохранения видов; выход на 100+ публикаций в год                     | EAZA, МИД РФ, зоопарки                               | Интеграция в мировое зоопарковое сообщество           |

Эти функции зоопарка не менее важны, чем публикации в рецензируемых журналах, и они также требуют профессионального научно-методического обеспечения. Именно в их полноте и органичном единстве состоит подлинная миссия зоопарка как научно-

образовательного центра — учреждения, работающего одновременно на сохранение биоразнообразия планеты и на развитие человека [10].

Подводя итог расширенному анализу, необходимо подчеркнуть: трансформация российских зоологических парков в подлинные научно-образовательные центры — это не утопический проект, а реалистичная и насущно необходимая задача, решение которой лежит в плоскости политической воли, грамотного управления и последовательных инвестиций.

Мировой опыт убедительно доказывает, что зоопарк способен быть одновременно популярным общественным пространством, серьёзным научным учреждением и эффективным образовательным институтом. Российские зоопарки обладают для этого уникальными предпосылками: богатыми историческими традициями, исключительным по ценности природным контекстом отечественной фауны, накопленным опытом работы с редкими видами и неподдельным интересом общества к миру живой природы.

Необходимо лишь создать системные условия для того, чтобы этот потенциал наконец реализовался в полной мере — на благо как российской науки и образования, так и сохранения живого мира планеты для будущих поколений.

#### ***Библиографический список литературы:***

1. Богаткина А.Ю. Размещение зоологических парков в структуре городского образования // Творчество и современность. 2017. № 1 (2). С. 50-56.
2. Алам Эль Дин С.Х., Гарькин И.Н., Фазылзянова Г.И. Архитектура наукоемких производств // Системные технологии. 2025. № 1 (54). С. 151-158.
3. Кареева, Ю. Р. Организация дорожного движения вблизи образовательных учреждений / Ю. Р. Кареева, Р. В. Николаева // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2023. – № 4(66). – С. 310-317. – DOI 10.52409/20731523\_2023\_4\_310. – EDN LZSJPZ.
4. Солуданов Я.Ю., Арискин К.М., Месселе В.А. Перспективы развития зоологических садов в условиях плотной городской застройки // Дневник науки. 2026. №1 [Электронный ресурс]. URL: [https://dnevniknauki.ru/images/publications/2026/1/technics/Soludanov\\_Ariskin\\_Messel.pdf](https://dnevniknauki.ru/images/publications/2026/1/technics/Soludanov_Ariskin_Messel.pdf)
5. Бенаи Х.А., Радионов Т.В., Сабитов Л.С., Гарькин И.Н. Архитектурная оптимизация проектных решений // Региональная архитектура и строительство. 2023. № 4 (57). С. 191-198.
6. Филанова Т.В., Михайлова Е.А., Камышанская С.А. Принципы архитектурно-планировочной организации зоологических парков // В сборнике: Традиции и инновации в

строительстве и архитектуре. Архитектура и градостроительство. сборник статей 79-ой всероссийской научно-технической конференции. Самара, 2022. С. 17-30.

7. Солуданов Я.Ю. Проект экспозиции «Белые медведи» в Пензенском зоопарке // В сборнике: Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Сборник статей 77-ой всероссийской научно-технической конференции. Под редакцией М.В. Шувалова, А.А. Пищулева, Е.А. Ахмедовой. 2020. С. 655-662.

8. Саратовцева Н.А. Полное погружение в среду обитания построение иммерсивных зооландшафтов // Электронная наука. 2022. Т. 3. № 2.

9. Солуданов Я.Ю., Гарькина В.А. Особенности технологии проведения дорожных работ на территории зоопарка // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2025. № 6 (61). С. 189-203.

10. Солуданов Я.Ю., Гарькина В.А., Кирилова В.В. Использование технологий VR/AR в эксплуатации и проектировании зоопарков: новые горизонты этичного и эффективного представления животного мира // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2025. № 5 (60). С. 119-126.

**ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В  
ЗООЛОГИЧЕСКИХ ПАРКАХ: ПЕРСПЕКТИВЫ МОНИТОРИНГА ЖИВОТНЫХ,  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И УПРАВЛЕНИЯ ПОСЕТИТЕЛЬСКИМИ  
ПОТОКАМИ**

**Солуданова Татьяна Евгеньевна**

*старший преподаватель кафедры «Дизайн»*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

**Месселе Виктория Алексеевна**

*студент группы 01ТБ24*

*ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им.  
К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)»*

*e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

**THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN ZOOLOGICAL PARKS:  
PROSPECTS FOR ANIMAL MONITORING, SECURITY, AND VISITOR FLOW  
MANAGEMENT**

**Soludanova Tatyana Evgenievna**

*senior Lecturer, Design Department*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

**Messel Victoria Alekseevna**

*student, Group 01TB24*

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, K.G. Razumovsky  
Moscow State University of Technology and Management (First Cossack University)*

*e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

**Аннотация:** анализируются перспективы внедрения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в систему управления зоологическими парками. Проведён анализ современных технологических решений, позволяющих использовать БПЛА для мониторинга состояния животных, контроля безопасности посетителей, оперативного реагирования на нештатные ситуации и оптимизации логистики внутри парка. Обоснована необходимость комплексного подхода к интеграции беспилотных систем в существующую инфраструктуру зоопарков. Представлена сравнительная характеристика типов БПЛА по ключевым эксплуатационным параметрам. Сделаны выводы о технической, экономической и этической целесообразности применения данных технологий.

**Ключевые слова:** БПЛА, беспилотные летательные аппараты, зоологический парк, зоопарк, мониторинг животных, безопасность посетителей, тепловизионный контроль, компьютерное зрение, управление территорией, цифровизация зоопарков, охрана животных, автоматизированный патрулинг.

**Abstract:** article analyzes occupational safety issues during zoological park reconstruction from an architectural and construction design perspective. Specific risks arising during work in existing zoos are analyzed, including the presence of animals, visitors, and the need to maintain the facility's continuous operation. A phased reconstruction methodology is proposed, along with the development of architectural solutions that minimize operational risks. A mathematical framework for calculating safe zones during construction is presented. Practical recommendations for organizing the construction site, temporary fencing, and logistics routes are developed, taking into account occupational safety requirements and the specific characteristics of zoos.

**Key words:** occupational safety, zoo reconstruction, architectural design, occupational safety, construction work, zoological parks, operational risks, phased reconstruction, temporary fencing, construction management.

Современный зоологический парк представляет собой сложную многофункциональную систему, в рамках которой одновременно решаются задачи сохранения биоразнообразия, научно-исследовательской деятельности, экологического просвещения и обеспечения комфортного, безопасного пребывания десятков тысяч посетителей. По данным Всемирной ассоциации зоопарков и аквариумов (WAZA), ежегодно зоологические парки мира посещают более 700 миллионов человек, что сопоставимо с суммарной аудиторией крупнейших спортивных мероприятий планеты [1,2].

При этом традиционные методы управления зоопарком — пешее патрулирование смотрителей, стационарные камеры видеонаблюдения, ручной ветеринарный осмотр — всё очевиднее обнаруживают свою недостаточность в условиях растущих территорий, увеличивающегося числа животных и возросших требований к оперативности реагирования. Особую остроту приобретают задачи раннего выявления заболеваний у животных, предотвращения несанкционированного проникновения в вольеры, управления толпой в пиковые часы посещаемости и экстренного реагирования при побеге животного.

В этом контексте беспилотные летательные аппараты (БПЛА, дроны) представляют собой перспективный инструмент технологической модернизации зоопарков. За

последнее десятилетие гражданские БПЛА прошли путь от экзотических игрушек до надёжных рабочих инструментов в медицине, сельском хозяйстве, строительстве и охране природы. Адаптация этих технологий применительно к специфическим условиям зоологического парка является актуальной и недостаточно изученной научно-прикладной задачей [3,4].

Зоологические парки сталкиваются с рядом системных проблем, которые существующие технологии решают лишь частично.

**Проблема мониторинга животных.** Площадь крупных зоопарков мира (Сан-Диего, Берлинский зоопарк, Московский зоопарк) достигает нескольких сотен гектаров. Визуальный контроль за состоянием каждого животного силами зрителей физически невозможен в режиме реального времени. Раннее обнаружение признаков заболевания, стрессового поведения, травмы или родов у животных напрямую влияет на их выживаемость [5]. Стационарные камеры имеют мёртвые зоны и не позволяют гибко перераспределять наблюдение.

**Проблема безопасности.** Инциденты с проникновением посетителей в вольеры фиксируются в зоопарках мира с завидной регулярностью — широкую огласку получили случаи в зоопарке Цинциннати (2016), Берлинском зоопарке и ряде других учреждений. Не менее серьёзна обратная угроза — побег животного из вольера. Время реагирования персонала в обоих случаях имеет критическое значение, тогда как существующие системы оповещения зачастую запаздывают.

**Проблема управления посетительскими потоками.** В дни пиковой посещаемости отдельные локации зоопарка оказываются перегружены, что создаёт угрозу давки, особенно у популярных экспозиций. Оперативная информация о распределении людей по территории недоступна диспетчеру в реальном времени.

**Проблема охраны периметра и противодействия браконьерству.** Несмотря на то что зоопарки являются охраняемыми учреждениями, случаи ночного проникновения с целью кражи редких животных или их частей зафиксированы во многих странах.

**Проблема экологического мониторинга и научных исследований.** Сбор данных о поведении животных, состоянии вольеров, микроклимате требует значительных трудозатрат и нередко нарушает естественное поведение объектов наблюдения вследствие присутствия человека.

Исходя из перечисленных проблем, можно выделить пять основных направлений применения БПЛА в условиях зоологического парка [6].

**Ветеринарный и поведенческий мониторинг животных** является наиболее научно обоснованным направлением. БПЛА, оснащённые тепловизионными камерами, способны

дистанционно измерять температуру тела животного, выявляя очаги воспаления или гипотермии задолго до появления клинических симптомов. Мультиспектральные камеры позволяют оценивать состояние кожного и шерстного покрова. Алгоритмы компьютерного зрения, обученные на видеозаписях нормативного поведения конкретных видов, способны автоматически детектировать аномальные паттерны — стереотипии, агрессию, нарушение двигательной активности. Принципиально важно, что БПЛА позволяет вести наблюдение без физического присутствия человека, что минимизирует стресс у животных, особенно чувствительных к контакту с людьми видов.

**Обеспечение безопасности посетителей и управление толпой** реализуется через патрульные БПЛА, интегрированные с центральной системой видеонаблюдения. Нейросетевые алгоритмы анализа плотности толпы (crowd density analysis) позволяют в режиме реального времени формировать тепловые карты распределения посетителей по территории парка, заблаговременно выявлять опасные скопления и информировать диспетчера. БПЛА также способны выполнять функции «громкоговорителя на крыльях» — оперативно доставлять аудиосигнал в конкретную точку для рассредоточения толпы или эвакуационного оповещения.

**Патрулирование периметра и вольеров** предполагает автономный полёт БПЛА по заранее запрограммированному маршруту в заданные временные интервалы. Интеграция с датчиками движения позволяет организовать смешанную систему: стационарный датчик фиксирует нарушение, БПЛА автоматически выдвигается в точку тревоги для визуальной верификации ситуации. Это многократно ускоряет время реагирования по сравнению с пешим патрулем и позволяет сократить численность охраны при сохранении или повышении уровня безопасности [7].

**Логистика и доставка.** Перспективным, хотя и менее очевидным направлением является использование грузовых БПЛА для доставки медикаментов, образцов биоматериала, небольших инструментов между ветеринарным центром, лабораторией и отдельными секторами крупного зоопарка. В условиях большой территории это существенно сокращает время ветеринарного вмешательства.

**Научно-исследовательская и образовательная функция.** БПЛА открывают принципиально новые ракурсы для этологических исследований, недоступных при наземном наблюдении. Аэрофотосъёмка вольеров обеспечивает материал для анализа использования пространства (space use analysis), социальных взаимодействий в группах животных, динамики освоения обогащённой среды. В образовательных целях трансляция изображения с БПЛА на большие экраны в зонах отдыха парка позволяет посетителям наблюдать за поведением животных в труднодоступных для обзора частях вольеров.

Специфика зоопарка как среды эксплуатации накладывает ряд особых требований на применяемые БПЛА. Уровень акустического шума является критически важным параметром: многие виды животных чрезвычайно чувствительны к звуку, и шумный дрон способен вызвать панику или хронический стресс. Современные БПЛА с шумоподавляющими пропеллерами демонстрируют уровень шума ниже 65 дБ, что приемлемо для большинства видов при полёте на высоте от 15–20 метров. Для ночного наблюдения необходимы тепловизионные или низкосветовые камеры. Время автономного полёта должно составлять не менее 30–40 минут для патрульных задач, что достижимо на современных аппаратах. Для работы в условиях городского зоопарка, где ограничено воздушное пространство, предпочтительны небольшие мультироторные платформы класса мини и микро.

Эффективное применение БПЛА в зоопарке невозможно без создания единой цифровой платформы управления, объединяющей данные с дронов, стационарных камер, датчиков IoT (температура, влажность, движение), систем учёта посетителей и ветеринарных информационных систем. Оператор диспетчерского центра должен иметь единый интерфейс для мониторинга всей территории парка. Автономные функции БПЛА (патрулирование по расписанию, автоматический вылет по тревоге, автоматическое возвращение на зарядную станцию) снижают потребность в квалифицированных пилотах и делают систему практически непрерывной.

Применение БПЛА в зоопарке требует проработки нескольких этических вопросов. Наблюдение за посетителями с воздуха должно соответствовать требованиям законодательства о персональных данных (в частности, GDPR в европейских странах и соответствующим национальным нормам). Необходима обязательная информационная политика: посетители должны быть уведомлены о применении БПЛА для видеонаблюдения. Минимизация стрессового воздействия на животных должна подтверждаться предварительным этологическим исследованием [8] реакций конкретных видов на полёты дронов. Полёты над вольерами должны выполняться в строгом соответствии с разработанными протоколами, утверждёнными ветеринарной службой парка.

В таблице 1 приведены сравнительные характеристики нескольких типов БПЛА рекомендуемые авторами для применения в зоологических парках.

Таблица 1

Сравнительные характеристики типов БПЛА для применения в зоологических парках

| Параметр                  | Микро-БПЛА (до 250 г) | Мини-БПЛА (250 г – 2 кг)    | Средний БПЛА (2–10 кг) | Автономный дрон-патруль       |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Типичные модели           | DJI Mini 4 Pro        | DJI Mavic 3T, Autel EVO II  | DJI Matrice 300 RTK    | Skydio X10, Percepto Arc      |
| Время полёта              | 20–34 мин             | 30–45 мин                   | 40–55 мин              | До 24 ч (с подзарядкой)       |
| Уровень шума              | 58–63 дБ              | 65–72 дБ                    | 70–80 дБ               | 65–70 дБ                      |
| Тепловизионная камера     | Нет / опционально     | Да (в ряде моделей)         | Да (штатно)            | Да                            |
| Грузоподъёмность          | Нет                   | До 0,5 кг                   | До 2,7 кг              | Нет / минимальная             |
| Мониторинг животных       | Ограниченно           | Хорошо                      | Отлично                | Хорошо                        |
| Патрулирование            | Плохо                 | Удовлетворительно           | Хорошо                 | Отлично                       |
| Контроль посетителей      | Удовлетворительно     | Хорошо                      | Хорошо                 | Хорошо                        |
| Ночная работа             | Плохо                 | Удовлетворительно           | Отлично                | Отлично                       |
| Устойчивость к ветру      | До 8 м/с              | До 12 м/с                   | До 15 м/с              | До 12 м/с                     |
| Автономность              | Низкая                | Средняя                     | Высокая                | Полная                        |
| Ориентировочная стоимость | 500–1 500 \$          | 2 000–8 000 \$              | 10 000–30 000 \$       | 50 000–150 000 \$             |
| Оптимальное применение    | Образование, съёмка   | Ветмониторинг, обследование | Комплексный мониторинг | Круглосуточное патрулирование |

Проведённый анализ позволяет сформулировать следующие выводы.

Во-первых, внедрение БПЛА в систему управления зоологическим парком является технически реализуемой и экономически обоснованной задачей на современном уровне развития беспилотных технологий. Существующий рынок предлагает достаточно

широкий спектр платформ, способных закрыть основные потребности зоопарка — от ветеринарного мониторинга до охраны периметра.

Во-вторых, наибольший эффект достигается не при изолированном применении БПЛА, а при их интеграции в единую цифровую экосистему парка, включающую стационарные системы наблюдения, IoT-датчики и аналитические программные платформы с применением методов искусственного интеллекта.

В-третьих, критически важным условием успешного применения БПЛА в зоопарке является предварительная оценка их воздействия на животных. Для каждого вида необходим протокол адаптации, минимизирующий акустический и визуальный стресс.

В-четвёртых, использование БПЛА для наблюдения за посетителями требует строгого соблюдения действующего законодательства о защите персональных данных и прозрачной информационной политики учреждения.

В-пятых, экономическая модель внедрения БПЛА в зоопарке демонстрирует положительный баланс при горизонте планирования 3–5 лет: сокращение затрат на охранный персонал, снижение потерь от гибели животных вследствие позднего выявления заболеваний и предотвращение инцидентов с посетителями в совокупности перекрывают инвестиционные и операционные расходы.

Таким образом, БПЛА следует рассматривать не как технологическую новинку, а как полноценный инструмент современного зоопарка, органично дополняющий традиционные методы управления и открывающий качественно новые возможности для охраны животных, обеспечения безопасности и научных исследований.

#### ***Библиографический список литературы:***

1. Гарькин И.Н., Войнаш С.А., Воробьева П.А. Применение критерия Гурвица для повышения качества подготовки операторов беспилотных летательных аппаратов в строительной отрасли // *Journal of Advanced Research in Technical Science*. 2025. № 49. С. 113-117.
2. Солуданов Я.Ю., Гарькина В.А., Кирилова В.В. Использование технологий VR/AR в эксплуатации и проектировании зоопарков: новые горизонты этичного и эффективного представления животного мира // *Образование и наука в современном мире. Инновации*. 2025. № 5 (60). С. 119-126.
3. Гарькин И.Н. Техническая экспертиза: использование БПЛА при обследовании объектов культурного наследия // *Образование и наука в современном мире. Инновации*. 2025. № 5 (60). С. 73-79.

4. Гарькин И.Н., Войнаш С.А., Воробьева П.А. Повышение качества подготовки операторов бпла в сельском хозяйстве на основе концепций Дж. Неймана-Моргенштерна // В сборнике: Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии, инновации. Материалы Международной конференции. В 3-х частях. Пермь, 2025. С. 256-261.

5. Гладышева М.В., Чегрина А.В., Самолькина Е.Г., Войнаш С.А., Клёсов Д.Н. Применение технологий дополненной реальности в архитектуре и дизайне // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2025. № 11. С. 100-110.

6. Орловский С.Н., Войнаш С.А., Соколова В.А., Загидуллин Р.Р., Сабитов Л.С. О проектировании структуры наземных средств тушения лесных пожаров // Строительные и дорожные машины. 2023. № 7. С. 58-62.

7. Симонова И.Н. Эколого-экономическая эффективность мероприятий по уменьшению выбросов в атмосферный воздух на предприятии ЗАО "ФОТОН" (г. Пенза) // Экология урбанизированных территорий. 2019. № 1. С. 16-19

8. Щепетова В.А., Балюков А.Е. Прогнозирование и разработка сценариев аварийных ситуаций в газовой котельной (на примере предприятия г. Пенза) // Проблемы региональной экологии. 2019. № 2. С. 65-68.

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИТОГОВОГО ТЕСТИРОВАНИЯ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

**Тараскина Елена Алексеевна**

*студент группы 24 ЛАД1*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: svet\_yach@mail.ru*

**Ячинова Светлана Николаевна**

*кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Математика и математическое  
моделирование»*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства»*

*e-mail: svet\_yach@mail.ru*

## FEATURES OF THE APPLICATION OF FINAL TESTING IN HIGHER EDUCATION

**Taraskina Elena Alekseevna**

*student of group 24 LAD1*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: svet\_yach@mail.ru*

**Yachinova Svetlana Nikolaevna**

*candidate of pedagogy, associate professor of the Department «Mathematics and  
mathematical modeling»*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: svet\_yach@mail.ru*

**Аннотация:** статья посвящена анализу роли и особенностей тестирования как формы контроля образовательных результатов в высшей школе. Авторами выделяются основные достоинства тестовой формы контроля и ограничения при применении в математическом образовании: сложность полного охвата учебной программы и необходимость высокой диагностической точности заданий. Анализируются факторы, снижающие эффективность тестового контроля и обосновывается важность диагностического тестирования в процессе обучения.

**Ключевые слова:** тестирование, качество математической подготовки, высшая школа.

**Abstract:** this article analyzes the role and characteristics of testing as a form of assessing educational outcomes in higher education. The authors highlight the key advantages of testing as a form of assessment and its limitations when used in mathematics education: the difficulty of

*fully covering the curriculum and the need for high diagnostic accuracy of assignments. They analyze factors that reduce the effectiveness of testing and substantiate the importance of diagnostic testing in the educational process.*

**Key words:** *testing, quality of mathematical training, higher education.*

В конце XX начале XXI века наблюдается устойчивая тенденция к расширению применения тестирования как формы контроля образовательных результатов. Данная тенденция проявляется:

- в активном издании учебно-методической литературы с тестовыми заданиями для различных образовательных уровней;
- во внедрении стандартизированных форм тестирования (в частности, единого государственного экзамена) на этапах итоговой аттестации в средней школе и вступительных испытаний в вузы;
- в постепенном замещении традиционных форм контроля знаний в вузах тестовыми методиками, в том числе по математическим дисциплинам.

Тестирование как форма контроля обладает рядом достоинств [1]:

1. объективность оценки;
2. валидность измерительного инструмента;
3. технологичность процедуры;
4. простота администрирования;
5. демократичность (равные условия для всех испытуемых);
6. массовость применения.

Вместе с тем тестовая форма контроля по математике имеет существенные ограничения:

- Трудность полного охвата учебной программы в рамках одного теста ввиду двойственной структуры математической дисциплины (теоретический блок и практико - ориентированный блок).
- Необходимость конструирования заданий, обеспечивающих высокую диагностическую точность: успешное выполнение теста должно достоверно свидетельствовать о соответствии уровня знаний студента присвоенной оценке.

Для повышения надёжности результатов тестирования целесообразно включать в тест задания различных типов [2]:

1. закрытого типа с единственным верным ответом;
2. закрытого типа с множественным выбором правильных ответов;
3. на установление соответствия;

4. на определение правильной последовательности;
5. на выявление логических соотношений;
6. открытого типа.

Предлагаемая модель теста включает 19 заданий с лимитом времени 80 минут и предусматривает трёхуровневую структуру. Первый уровень содержит задания на опознание, различение, соотнесение. Диагностируемым показателем является уровень пассивного владения материалом. Второй уровень состоит из конструктивных заданий, типовых задач. Он диагностирует способность к воспроизведению алгоритмов решения. Третий уровень включает нетиповые задачи, объединённые в блоки по два-три задания. Особенностью уровня является то, что ошибка в первом задании блока ведёт к неверному решению последующих, включенных в блок. Диагностируется глубина теоретической подготовки и способность применять знания и умения в нестандартных условиях. Всего можно получить 55 баллов (за первый уровень – 14, второй – 21, третий -20) [3].

Уровень 1: опознание, различение, подстановка

*Цель:* проверить знание определений, формул и стандартных алгоритмов.

1. Укажите, чему равен предел  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 3x}{x}$

- 1) 3 ;      2) 1;      3)  $\infty$ ;      4) 0

2. Какое из выражений является разложением многочлена  $(x^3 + 6x^2 + 9x)$  на простейшие действительные множители?

- 1)  $x(x^2 + 6x + 9)$       2)  $x(x + 3)^2$   
 3)  $x(x^2 + 3(2x + 3))$       4)  $x(x + 3)(x - 3)$

3. Найдите производную функции  $f(x) = 4x^2 - 5$  в точке  $x_0 = 0$ .

- 1) 8;      2) 0;      3) -5;      4) 0,5

4. Чему равен неопределённый интеграл  $\int (4x^3 - 4x + 1) dx$  ?

- 1)  $x^4 - 2x^2 + x + C$       2)  $4x^3 - 4x + 1 + C$   
 3)  $4x^4 - 4x^2 + 1 + C$       4)  $x^4 - 2x^2 + 1 + C$

5. Какая из матриц является единичной?

1.  $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ ; 2.  $\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & -1 \end{pmatrix}$       3.  $\begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$  4.  $\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$

6. Уравнение прямой  $AB$ , проходящей через точки  $A(1;2)$  и  $B(-1;1)$  имеет вид:

- 1)  $x - 2y + 3 = 0$ ;      2)  $x + 2y + 3 = 0$ ;

3)  $x - y - 3 = 0$ ;

$$4) \ x + y - 3 = 0$$

7. Чему равна длина вектора  $\vec{a} = -3\vec{i} + 2\vec{j} - 4\vec{k}$ ?

1)  $-5$ ;

2)  $-21$ ;

3) 29;

4)  $\sqrt{29}$ .

Уровень 2: применение алгоритмов, решение типовых задач

*Цель:* проверить умение применять стандартные методы к типовым задачам.

8. Найдите предел:  $\lim_{x \rightarrow 3} \frac{x^2 + x - 12}{\sqrt{x-2} - \sqrt{4-x}}$ .

9. Вычислите производную функции  $y = (2x^5 - 3\sqrt{x^3} + 1)^6$  в точке  $x_0 = 0$ .

10. Найдите неопределённый интеграл:  $\int \sqrt{4x-5} dx$ .

11. Найдите частные производные функции  $z = 6xy - 9x^2 - 9y^2 + 4x + 4y$ .

12. При каком значении  $\alpha$  прямые  $l_1: 2x + \alpha y + 3 = 0$  и  $l_2: x - 2y = 0$  параллельны?

13. Вычислите определитель матрицы  $A = \begin{pmatrix} 2 & -4 & 1 \\ 1 & -5 & 3 \\ 1 & -1 & 1 \end{pmatrix}$ .

14. Исследуйте функцию на экстремум  $y = x^3 - 75x + 23$ .

Уровень 3: анализ, синтез, решение нетиповых задач

*Цель:* проверить глубину понимания, способность комбинировать методы и решать нестандартные задачи.

Задания 15–17 (решение каждого зависит от предыдущего):

15. Дана функция  $f(x) = \frac{x-1}{x}$ . Укажите область определения.

16. Используя результат задания 15, найдите точки разрыва функции.

17. Постройте график функции  $f(x)$ , указав асимптоты и точки разрыва.

**Задания 18–20 (решение каждого зависит от предыдущего):**

18. Найдите общее решение дифференциального уравнения  $(x + y^2)dy = ydx$ .

19. Используя результат задания 18, найдите частное решение при условии  $y(0) = 1$

На основании анализа результатов тестирования выделяются четыре уровня освоения материала [4]:

- Первый уровень – фрагментарное усвоение базовых понятий, отсутствие системной подготовки.

- Второй уровень – владение основными знаниями и частичными умениями, способность решать простейшие практико-ориентированные задачи.

- Третий уровень – это осознанное владение материалом, сформированность ключевых умений, способность анализировать и выбирать методы решения стандартных задач.

- Четвёртый уровень – это способность применять знания для решения нестандартных исследовательских задач; основа для формирования общекультурных и профессиональных компетенций.

Снижение эффективности тестового контроля может быть обусловлено следующими факторами:

- значительный временной разрыв между изучением материала и его контролем;
- сокращение аудиторных часов на дисциплину;
- перенос значительной части теоретического материала на самостоятельное освоение;
- недостаточный контроль знаний в процессе обучения;
- низкий уровень школьной математической подготовки (вследствие ориентации на формальные показатели ЕГЭ).

Для своевременной коррекции уровня подготовки студентов целесообразно применять тестирование не только на итоговых этапах, но и в процессе изучения дисциплины. Диагностические тесты выполняют следующие функции:

- оперативный мониторинг усвоения знаний;
- объективная оценка сформированности умений;
- выявление «зон отставания» для адресной коррекции;
- содействие переходу обучающихся на более высокие уровни освоения материала.

Таким образом, рациональное сочетание итогового и диагностического тестирования позволяет повысить эффективность контроля и управления качеством математической подготовки в высшей школе.

#### ***Библиографический список литературы:***

1. Дорф, Т.В. О достоинствах и недостатках контроля знаний студентов в форме тестирования по дисциплине «Математика» / Т.В.Дорф // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2020. - №3-2(42). – С. 97-99.

2. Ячинова, С.Н. Роль тестирования в модульно-рейтинговой системе обучения / С.Н. Ячинова, Е.В. Вальчук //Аллея науки. – 2018. – Т.2.№2(18) – С. 719-722.

3. Титова, Е.И. Методика тестирования в обучении математике согласно компетентностному подходу в строительном вузе / Е.И.Титова // Вестник ПГУАС: строительство, наука и образование. – 2017 - № 2(5) – С. 89-93.

4. Ячинова, С.Н. Тестирование как инструмент формирования компетенций / С.Н. Ячинова, Е.А. Чибирёва // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2021 . - №5(36). – С. 14-20.

## МЕТОД ХОЛЕЦКОГО В ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧАХ

**Титова Елена Ивановна**

*кандидат педагогических наук, доцент*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»*

*e-mail: ermelenka@rambler.ru*

**Духовникова Джамиля Махмудовна**

*студент группы «25ЭТМК1м»*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»*

*e-mail: ermelenka@rambler.ru*

## KHOLETSKY'S METHOD IN APPLIED PROBLEMS

**Titova Elena Ivanovna**

*candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: ermelenka@rambler.ru*

**Duhovnikova Dzhamily Mahmudovna**

*student of the group "25ETMK1m"*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: ermelenka@rambler.ru*

**Аннотация:** в данной статье рассматривается преимущество метода Холецкого для решения систем линейных уравнений, описывается сам метод, формулы. Показан пример решения прикладной задачи, с применением данного метода.

**Ключевые слова:** метод Холецкого, системы линейных уравнений, прикладная математика.

**Abstract:** this article discusses the advantages of the Cholesky method for solving systems of linear equations, describes the method itself, and provides formulas. It also provides an example of solving an applied problem using this method.

**Key words:** the Cholesky method, systems of linear equations, and applied mathematics.

Метод Холецкого является исключительно точным методом, но при этом предполагается, что арифметические операции выполняются над точными числами. Если же метод реализуется с помощью программных средств, то появляется вычислительная погрешность, заметим, что даже результаты точных методов являются приближенными из-за неизбежных округлений. Для итерационных процессов также добавляется погрешность метода.

Схема Холецкого удобна для работы на вычислительных машинах, так как при представлении матрицы  $A$  в виде произведения нижней треугольной матрицы  $L$  и верхней треугольной матрицы  $U$  с единичной диагональю, операцию “накопления” можно проводить без записи промежуточных результатов. Метод заключается в представлении симметричной положительно-определённой матрицы  $A$  в виде  $A = LL^*T$ , где  $L$  — нижняя треугольная матрица со строго положительными элементами на диагонали.

Иногда разложение записывается в эквивалентной форме:  $A = U^*TU$ , где

$U = L^*T$  — верхняя треугольная матрица.

Разложение Холецкого всегда существует и единственно для любой симметричной положительно-определённой матрицы. Существует также обобщение этого разложения на случай комплекснозначных матриц.

Если  $A$  — положительно-определённая эрмитова (квадратная матрица с комплексными элементами, которая равна своему комплексно сопряженному транспонированию) матрица, то существует разложение  $A = LL^*$ , где  $L$  — нижняя треугольная матрица с положительными действительными элементами на диагонали,  $L^*$  — эрмитово-сопряжённая к ней матрица.

Элементы матрицы  $L$  можно вычислить, начиная с верхнего левого угла матрицы, по формулам:

$$L_{ii} = \sqrt{A_{ii} - \sum_{k=1}^{i-1} L_{ik}^2}$$

$$L_{ij} = \frac{1}{L_{jj}} \left( A_{ij} - \sum_{k=1}^{j-1} L_{ik} L_{jk} \right)$$

если  $j < i$ .

Выражение под корнем всегда положительно, если  $A$  — действительная положительно-определённая матрица. Вычисление происходит сверху вниз, слева направо, т.е. сперва  $L_{ij}$ , а затем  $L_{ii}$ .

Для комплекснозначных эрмитовых матриц используются формулы:

$$L_{ii} = \sqrt{A_{ii} - \sum_{k=1}^{i-1} L_{ik} L_{ik}^*}$$

$$L_{ij} = \frac{1}{L_{jj}} \left( A_{ij} - \sum_{k=1}^{j-1} L_{ik} L_{jk}^* \right)$$

если  $j < i$ .

Метод Холецкого (метод квадратных корней) применяют для решения систем линейных алгебраических уравнений, если матрица системы является симметричной и положительно определенной. В основе метода лежит алгоритм специального LU-разложения матрицы  $A$ , в результате чего она приводится к виду  $A=LL^T$ . Если разложение получено, то как и в методе LU-разложения, решение системы сводится к последовательному решению двух систем с треугольными матрицами:  $L_y = b$  и  $L^T x = y$ . Для нахождения коэффициентов матрицы  $L$  неизвестные коэффициенты матрицы приравнивают соответствующим элементам матрицы  $A$ . Затем последовательно находят требуемые коэффициенты по формулам:

$$l_{11} = \sqrt{a_{11}}, l_{i1} = \frac{a_{i1}}{l_{11}},$$

где  $i=2,3,\dots,m$ ,

$$l_{22} = \sqrt{a_{22} - l_{21}^2}, \quad l_{i2} = \frac{(a_{i2} - l_{i1}l_{21})}{l_{22}},$$

где  $i=3,4, \dots, m$ ,

.....

$$l_{kk} = \sqrt{a_{kk} - l_{k1}^2 - l_{k2}^2 - \dots - l_{k,k-1}^2},$$

$$l_{ik} = (a_{ik} - l_{i1}l_{k1} - l_{i2}l_{k2} - \dots - l_{i,k-1}l_{k,k-1})/l_{kk},$$

где  $i=k+1, \dots, m$ ,

$$l_{mm} = \sqrt{a_{mm} - l_{m1}^2 - l_{m2}^2 - \dots - l_{m,m-1}^2}$$

Пример: Любой процесс физического, химического, экономического характера всегда взаимосвязан с математикой. Пусть дана система уравнений, описывающая систему доходов и штрафов на одном из мебельных предприятий. Матрицы системы имеют следующий вид:

$$A = \begin{pmatrix} 81 & -45 & 45 \\ -45 & 50 & -15 \\ 45 & -15 & 38 \end{pmatrix} b = \begin{pmatrix} 531 \\ -460 \\ 193 \end{pmatrix}$$

Решение системы проведем методом Холецкого: находим элементы матрицы  $L$ :

$$l_{11} = \sqrt{81} = 9; \quad l_{21} = \frac{-45}{9} = -5; \quad l_{31} = \frac{45}{9} = 5;$$

$$l_{22} = \sqrt{50 - (-5^2)} = 5; \quad l_{32} = \frac{-15 - 5 \cdot (-5)}{5} = 2; \quad l_{33} = \sqrt{38 - 5^2 - 2^2} = 3$$

Таким образом, разложение матрицы  $A$  имеет вид:

$$A = LL^T = \begin{pmatrix} 9 & 0 & 0 \\ -5 & 5 & 0 \\ 5 & 2 & 3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 9 & -5 & 5 \\ 0 & 5 & 2 \\ 0 & 0 & 3 \end{pmatrix}$$

Последовательно решаем системы:  $Ly = b$  и  $L^T x = y$ .

$$\text{Решением 1-ой системы является вектору } y = \begin{pmatrix} 59 \\ -33 \\ -12 \end{pmatrix}$$

$$\text{а решение 2-ой системы вектор } x = \begin{pmatrix} 6 \\ -5 \\ -4 \end{pmatrix}.$$

Ответ:  $x_1 = 6; x_2 = -5; x_3 = -4$ .

Разложение Холецкого также применяется в методах Монте-Карло для генерации коррелированных случайных величин. Пусть  $X$  — вектор из независимых стандартных нормальных случайных величин, а  $\Sigma LL^T$  — желаемая ковариационная матрица. Тогда вектор  $Y=LX$  будет иметь многомерное нормальное распределение с нулевым математическим ожиданием и ковариационной матрицей  $\Sigma$ .

Разложение Холецкого может применяться для решения системы линейных уравнений  $Ax=b$ , если матрица  $A$  симметрична и положительно-определена. Такие матрицы часто возникают, например, при использовании метода наименьших квадратов и численном решении дифференциальных уравнений.

Выполнив разложение  $A = LL^T$ , решение  $x$  получается последовательным решением двух треугольных систем уравнений:  $Ly = b$  и  $L^T x = y$ . Такой способ решения иногда называется методом квадратных корней. По сравнению с более общими методами, такими как метод Гаусса или LU-разложение, он устойчивее численно и требует примерно вдвое меньше арифметических операций.

### ***Библиографический список литературы:***

1. Математические методы в строительном материаловедении/ И.А. Гарькина, А.М. Данилов, А.П. Прошин и др. Под ред. В.И. Соломатова.- Саратов, 2001.- 188с.
2. Данилов А.М., Гарькина И.А. Строительное материаловедение: комплексные исследования, системный анализ / Региональная архитектура и строительство. – 2017. - №1(30). – С.42-46.
3. Титова Е.И. Математическая направленность в задачах строительства / Образование и наука в современном мире. Инновации. - 2017. - № 3. - С.256-262.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГЕТИКИ

**Чичиров Константин Олегович**

*кандидат технических наук, доцент каф. «ТГВ»*

*ФГБОУ ВО Пензенский государственный университет архитектуры и  
строительства*

*e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

**Месселе Виктория Алексеевна**

*студент группы 01ТБ24*

*ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления им.  
К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)»*

*e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

## FEATURES OF CONDUCTING TECHNICAL EXPERTISE OF VENTILATION SYSTEMS AT ENERGY FACILITIES

**Chicherov Konstantin Olegovich**

*candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Dept. "TGV"*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

**Messel Victoria Alekseevna**

*student, Group 01TB24*

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, K.G. Razumovsky  
Moscow State University of Technology and Management (First Cossack University)*

*e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

**Аннотация:** анализируются методологические и практические аспекты проведения технической экспертизы систем вентиляции на объектах энергетической отрасли. Анализируются специфические условия эксплуатации вентиляционного оборудования в среде с повышенными требованиями к промышленной безопасности, надёжности и бесперебойности работы. Определены ключевые проблемы, возникающие при техническом обследовании систем вентиляции машинных залов, трансформаторных подстанций, кабельных туннелей и иных технологических помещений энергетических объектов. Предложены комплексный методологический подход к проведению экспертизы, включающий инструментальные, расчётные и нормативные методы оценки, а также практические рекомендации по устранению выявленных нарушений. Результаты исследования могут быть использованы экспертными организациями, проектными институтами и эксплуатирующими организациями при разработке регламентов технического обслуживания и экспертного контроля систем вентиляции.

**Ключевые слова:** техническая экспертиза, системы вентиляции, объекты энергетики, промышленная безопасность, тепловыделяющее оборудование, кабельные туннели, машинный зал, воздухообмен, аэродинамические характеристики, нормативные требования, энергоэффективность, техническое обследование.

**Abstract:** this article analyzes the methodological and practical aspects of conducting technical assessments of ventilation systems at energy facilities. It examines the specific operating conditions of ventilation equipment in environments with increased requirements for industrial safety, reliability, and uninterrupted operation. Key issues arising during technical inspections of ventilation systems in machine rooms, transformer substations, cable tunnels, and other process areas of energy facilities are identified. A comprehensive methodological approach to conducting assessments is proposed, including instrumental, computational, and regulatory assessment methods, as well as practical recommendations for eliminating identified violations. The research results can be used by expert organizations, design institutes, and operating organizations when developing maintenance regulations and expert inspections of ventilation systems.

**Key words:** technical expertise, ventilation systems, energy facilities, industrial safety, heat-generating equipment, cable tunnels, machine rooms, air exchange, aerodynamic characteristics, regulatory requirements, energy efficiency, technical inspection.

Системы вентиляции на объектах энергетики представляют собой неотъемлемый элемент технологической инфраструктуры, обеспечивающий нормальные условия эксплуатации оборудования, безопасность персонала и предотвращение аварийных ситуаций. В отличие от систем вентиляции административных или жилых зданий, вентиляционные установки тепловых электростанций (ТЭС), гидроэлектростанций (ГЭС), атомных электростанций (АЭС) и подстанций высокого напряжения функционируют в условиях интенсивных тепловых нагрузок, агрессивных сред, вибрационных воздействий и жёстких требований к непрерывности работы [1,2].

Значимость технической экспертизы данных систем определяется несколькими факторами. Во-первых, отказ или неэффективная работа вентиляции может привести к перегреву силовых трансформаторов, генераторов и кабельных линий, что сопряжено с риском крупных аварий и пожаров. Во-вторых, значительная часть вентиляционного оборудования на действующих объектах энергетики Российской Федерации имеет длительный срок службы, нередко превышающий нормативный, что обуславливает необходимость регулярного экспертного контроля технического состояния. В-третьих,

ужесточение требований к энергоэффективности и экологической безопасности стимулирует пересмотр подходов к оценке и модернизации действующих систем [1].

Настоящая статья направлена на систематизацию накопленного опыта в области проведения технических экспертиз систем вентиляции энергетических объектов и формирование научно обоснованных методических основ данного вида деятельности.

Объекты энергетики характеризуются рядом принципиальных особенностей, отличающих их от прочих промышленных объектов. Прежде всего, это чрезвычайно высокая плотность тепловых нагрузок: в машинных залах ТЭС и ГЭС тепловыделение от генерирующего оборудования может достигать нескольких сотен киловатт на единицу площади. Трансформаторные подстанции сопряжены с выделением озона, паров трансформаторного масла и продуктов его термического разложения. Кабельные туннели и каналы представляют зону повышенной пожарной опасности, где вентиляция выполняет одновременно несколько функций: отвод тепла от кабелей, разбавление потенциальных выбросов горючих газов и обеспечение условий для эвакуации персонала при аварии [4].

Дополнительную сложность создаёт режим непрерывной работы энергетических объектов. Большинство из них функционирует в режиме 24/7 без технологических перерывов, что существенно ограничивает возможности проведения обследований с отключением оборудования. Эксперту приходится работать в условиях действующего технологического процесса, повышенного уровня шума и вибрации, нередко — в стеснённых условиях при ограниченном доступе к элементам вентиляционных систем.

Практика проведения технических экспертиз выявляет ряд устойчивых категорий нарушений. Первую группу составляют конструктивные дефекты, образовавшиеся в результате длительной эксплуатации: коррозия воздухопроводов и несущих конструкций, износ подшипниковых узлов вентиляторов, нарушение герметичности фланцевых соединений, деформация и разрушение шумоглушителей. Вторую группу образуют нарушения режимных параметров: несоответствие фактических объёмов воздухообмена проектным значениям, отклонение аэродинамических характеристик от нормативных вследствие несанкционированных изменений в трассировке воздухопроводов. Третья группа связана с несоответствием требованиям действующей нормативной базы, которая за период жизненного цикла объекта могла существенно измениться.

Особую проблему представляет отсутствие или неудовлетворительное состояние проектной и исполнительной документации на системы вентиляции. На объектах, введенных в эксплуатацию в советский период, архивная документация зачастую не сохранилась в полном объёме, а внесённые в ходе эксплуатации изменения не были

надлежащим образом оформлены. Это существенно осложняет сравнительный анализ фактического и проектного состояния систем.

Правовое регулирование технической экспертизы систем вентиляции на объектах энергетики осуществляется на нескольких уровнях. На федеральном уровне ключевую роль играют Федеральный закон № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (Федеральный закон № 123-ФЗ), а также нормы и правила в области атомной энергетики применительно к объектам Росатома. На уровне строительных норм и правил действуют СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования», отраслевые стандарты ПАО «Россети», ПАО «РусГидро» и иных системообразующих организаций.

Существенным пробелом нормативной базы остаётся отсутствие единого методического документа, регламентирующего порядок и методологию технической экспертизы именно систем вентиляции объектов энергетики. Действующие нормативные акты описывают требования к проектированию и эксплуатации систем, однако не устанавливают исчерпывающих критериев оценки их технического состояния в рамках экспертной деятельности.

Авторы предлагают рассматривать техническую экспертизу систем вентиляции объектов энергетики как многоуровневый процесс, включающий последовательные и взаимосвязанные этапы.

Предэкспертный (подготовительный) этап предполагает сбор и анализ имеющейся документации: проектной, исполнительной, эксплуатационной, материалов предшествующих обследований и актов технического обслуживания. На данном этапе формируется программа экспертизы, определяется перечень необходимого измерительного оборудования и согласовывается регламент доступа к обследуемым объектам с учётом действующего режима эксплуатации [5].

Натурное обследование составляет основу экспертизы и включает визуальный осмотр всех доступных элементов вентиляционных систем, инструментальные измерения и фотофиксацию. Визуальный осмотр охватывает воздуховоды, вентиляторные установки, воздухозаборные и выпускные устройства, запорную и регулирующую арматуру, фильтрующие элементы, системы автоматизации и противопожарные клапаны.

Инструментальные измерения представляют наиболее информативную часть экспертизы. К обязательному перечню измерений относятся: определение скорости воздушного потока в характерных сечениях воздуховодов методом зондирования с

использованием термоанемометров или крыльчатых анемометров; измерение статического и динамического давления с помощью дифференциальных манометров и пневмометрических трубок; определение температуры и относительной влажности воздуха в рабочих зонах и технологических пространствах; измерение уровня шума и вибрации на вентиляторных установках; тепловизионное обследование воздуховодов и оборудования для выявления мест теплопотерь, нарушений теплоизоляции и перегрева отдельных элементов.

Аэродинамические расчёты по результатам натурного обследования позволяют оценить фактические аэродинамические характеристики сети воздуховодов, выявить «узкие места» и количественно оценить отклонения от проектных параметров. При наличии соответствующего программного обеспечения целесообразно применение методов компьютерного моделирования воздушных потоков (CFD-моделирование), что особенно актуально для сложных технологических пространств с нестационарными тепловыми нагрузками — таких как машинные залы и трансформаторные камеры.

Нормативная оценка состоит в сопоставлении полученных данных с требованиями действующих нормативных документов. При этом эксперт должен принимать во внимание как актуальные нормы, так и нормы, действовавшие на момент проектирования и строительства объекта, разграничивая нарушения требований, возникшие в процессе эксплуатации, и несоответствия, обусловленные изменением нормативной базы.

Машинные залы представляют наибольшую сложность в силу масштабности пространства и многообразия источников тепловыделения. При их обследовании ключевым является анализ организации воздухораспределения: равномерности охвата рабочих зон, отсутствия застойных зон с перегретым воздухом и обеспечения нормируемых температурных условий у тепловыделяющего оборудования. Необходимо также оценить резервирование систем вентиляции и их работоспособность в аварийном режиме.

Трансформаторные подстанции и ОРУ требуют особого внимания к системам принудительного охлаждения трансформаторов и реакторов, а также к вентиляции закрытых распределительных устройств. Здесь на первый план выходит оценка противопожарных функций вентиляции: работоспособность противопожарных клапанов, корректность зонирования дымоудаления, соответствие класса исполнения вентиляторов дымоудаления требованиям нормативных документов.

Кабельные сооружения — туннели, каналы, полуэтажи — представляют зону наибольшего пожарного риска. Экспертиза систем вентиляции кабельных сооружений должна включать проверку кратности воздухообмена при нормальном режиме, оценку

систем дымоудаления и подпора воздуха, а также анализ автоматической блокировки вентиляции при срабатывании систем газового или аэрозольного пожаротушения.

Аккумуляторные помещения характеризуются выделением водорода при заряде аккумуляторных батарей, что определяет взрывопожароопасный характер помещений и предъявляет специфические требования к конструктивному исполнению вентиляционного оборудования. Экспертиза должна верифицировать соответствие применяемого оборудования требованиям взрывозащиты и достаточность кратности воздухообмена для поддержания концентрации водорода ниже нижнего концентрационного предела распространения пламени [6].

Современные технологические решения существенно расширяют возможности технической экспертизы. Тепловизионная диагностика позволяет в режиме реального времени выявлять перегревы, нарушения теплоизоляции и неравномерности температурного поля без остановки оборудования. Ультразвуковая дефектоскопия применяется для выявления трещин и расслоений в стенках воздухопроводов. Беспроводные измерительные системы с автономным питанием обеспечивают длительный мониторинг параметров воздушной среды в труднодоступных местах. Дроны-коптеры с установленными измерительными модулями перспективны для обследования крупноразмерных вентиляционных систем в высоких зданиях и на наружных установках [7].

Результаты технической экспертизы оформляются в виде экспертного заключения, структура которого должна включать: общие сведения об объекте и системах вентиляции, описание применённых методов и средств измерений, результаты визуального осмотра и инструментальных измерений, сводную таблицу выявленных нарушений с классификацией по степени критичности, расчётное обоснование принятых оценок, нормативную квалификацию нарушений и заключительную часть с выводами и рекомендациями.

Классификация нарушений по степени критичности представляет принципиально важный аспект: она позволяет эксплуатирующей организации расставить приоритеты при устранении выявленных несоответствий. Критические нарушения, создающие непосредственную угрозу аварии или пожара, требуют незамедлительного устранения. Значительные нарушения, влияющие на эффективность и надёжность системы, должны быть устранены в рамках ближайшего планово-предупредительного ремонта. Малозначительные нарушения допускается устранять в плановом порядке.

Дальнейшее развитие методологии технической экспертизы систем вентиляции объектов энергетики связано с несколькими перспективными направлениями.

Цифровизация и BIM-технологии. Интеграция данных технической экспертизы в цифровые информационные модели зданий (BIM) позволит перейти от статических экспертных заключений к динамическим цифровым двойникам вентиляционных систем, обеспечивающим непрерывный мониторинг технического состояния и прогностический анализ остаточного ресурса оборудования [8].

Машинное обучение и анализ данных. Накопление больших массивов данных измерений от многочисленных объектов энергетики создаёт предпосылки для применения алгоритмов машинного обучения с целью автоматической классификации дефектов, прогнозирования отказов оборудования и оптимизации режимов работы вентиляционных систем.

Разработка отраслевых методических документов. Практика показывает острую необходимость создания специализированных методических рекомендаций по технической экспертизе систем вентиляции для отдельных типов энергетических объектов — ТЭС, ГЭС, подстанций — с учётом их технологической специфики и характерных рисков[9].

Гармонизация с международными стандартами. Актуальным направлением является изучение и адаптация опыта международных организаций — IEC, CIGRE, EPRI — в части требований к вентиляции и экспертной оценке состояния соответствующих систем на объектах энергетики.

Энергетическое аудирование систем вентиляции. Всё большую актуальность приобретает оценка энергетической эффективности систем вентиляции в рамках комплексного энергетического аудита объектов, поскольку вентиляционное оборудование на крупных энергетических объектах является значимым потребителем собственных нужд станции [10].

По итогам проведённого исследования можно сформулировать следующие основные выводы.

Техническая экспертиза систем вентиляции объектов энергетики является самостоятельной специализированной областью экспертной деятельности, требующей от исполнителей сочетания компетенций в сфере вентиляции и кондиционирования, промышленной безопасности, электроэнергетики и противопожарной защиты. Универсальные методики технической экспертизы систем инженерного обеспечения зданий неприменимы к объектам энергетики без существенной адаптации к условиям их эксплуатации.

Ключевым методологическим принципом экспертизы должна являться комплексность: сочетание визуального осмотра, инструментальных измерений,

аэродинамических расчётов и нормативной оценки обеспечивает полноту и достоверность экспертного заключения. Ни один из перечисленных методов в отдельности не даёт исчерпывающей картины технического состояния системы.

Выявленные нарушения требуют классификации по степени критичности для обеспечения приоритизированного подхода к их устранению. Критические нарушения, связанные с угрозой жизни персонала или безопасности оборудования, должны служить основанием для немедленного принятия компенсирующих мер.

На основе изложенного материала сформулированы следующие рекомендации для заинтересованных сторон.

Для эксплуатирующих организаций: установить регулярную периодичность технических экспертиз систем вентиляции — не реже одного раза в пять лет для оборудования, не выработавшего нормативный ресурс, и не реже одного раза в три года для оборудования с истёкшим нормативным сроком службы; организовать надлежащее ведение и архивирование документации по системам вентиляции, включая актуализацию исполнительной документации при внесении изменений; обеспечить инструментальный контроль основных параметров воздушной среды в режиме непрерывного мониторинга для ответственных технологических помещений.

Для экспертных организаций: разработать специализированные внутренние методики проведения экспертизы для различных типов объектов энергетики; обеспечить оснащение испытательной лаборатории современными средствами измерений, прошедшими метрологическую поверку в установленном порядке; применять методы CFD-моделирования для оценки воздушных потоков в сложных технологических пространствах.

Для регулирующих органов и отраслевых ассоциаций: инициировать разработку специализированных методических документов, регламентирующих порядок проведения технических экспертиз систем вентиляции объектов энергетики; рассмотреть возможность введения обязательной аккредитации для организаций, выполняющих данный вид экспертных работ.

#### ***Библиографический список литературы:***

1. Боровков Д.П., Чичиров К.О. Аэродинамический расчет систем аспирации при организации закрутки потока в воздуховодах // Региональная архитектура и строительство. 2012. № 3. С. 145-148.

2. Чичиров К.О., Гарькин И.Н., Боровков Д.П., Леонтьев В.А. Техническая экспертиза: исследование систем вентиляции в торговом развлекательном центре // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2023. № 2 (44). С. 18-24.
3. Гарькин И.Н., Гарькина В.А. Техническая экспертиза: предотвращение обрушений зданий // Вестник ПГУАС: строительство, наука и образование. 2020. № 1 (10). С. 28-32.
4. Абдуллазянов Э.Ю., Сабитов Л.С., Попов А.О., Гарькин И.Н. Геотехнический расчет влияния строительства объектов энергетики на окружающую застройку // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2025. Т. 17. № 1 (65). С. 3-9.
5. Абдуллазянов Э.Ю., Старцева Ю.В., Гадаборшева Т.Б., Карманов А.В., Гарькин И.Н. Моделирование движения воздушных масс в котлованах при строительстве объектов энергетического комплекса // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2024. Т. 16. № 1 (61). С. 3-10
6. Щепетова В.А., Балюков А.Е. Прогнозирование и разработка сценариев аварийных ситуаций в газовой котельной (на примере предприятия г. Пенза) // Проблемы региональной экологии. – 2019. – № 2. – С. 65-68.
7. Симонова И.Н. Эколого-экономическая эффективность мероприятий по уменьшению выбросов в атмосферный воздух на предприятии ЗАО "ФОТОН" (г. Пенза) // Экология урбанизированных территорий. – 2019. – № 1. – С. 16-19.
8. Ерёмкин А.И., Баканова С.В. Исследование процессов увлажнения кондиционированным воздухом текстильных полуфабрикатов на основе математического моделирования // Региональная архитектура и строительство. 2019. № 1 (38). С. 164-170.
9. Королева Т.И., Щербакова В.В., Каледа И.А. Техничко-экономическая эффективность водохозяйственных систем населенных мест // Региональная архитектура и строительство. 2021. № 1 (46). С. 203-210.
10. Гарькин И.Н., Войнаш С.А., Саая С.С.Ш., Гарькина В.А. Оптимизация управления ремонтными работами в крупных агропромышленных комплексах на основе метода функции желательности Харрингтона // Грузовик. 2025. № 12. С. 15-19.

## МОГУТ ЛИ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ЗАМЕНИТЬ АРХИТЕКТОРОВ В СФЕРЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ?

**Шведова Вера Сергеевна**

*кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Начертательная геометрия и инженерная графика»*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»*

*e-mail: veraodinokowa@yandex.ru*

**Дубовик Дарья Дмитриевна**

*студент группы 25АРХ1*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»*

*e-mail: dasha16445@gmail.com*

## CAN NEURAL NETWORKS REPLACE ARCHITECTS IN THE FIELD OF DESIGN?

**Shvedova Vera Sergeevna**

*candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Descriptive Geometry and Engineering Graphics*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: veraodinokowa@yandex.ru*

**Dubovik Daria Dmitrievna**

*student of group 25ARCH1*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: dasha16445@gmail.com*

**Аннотация:** в статье представлено исследование возможности замены архитекторов нейронной сетью в сфере проектирования. Представлен анализ возможностей нейронной сети. Разработана анкета «Может ли нейронная сеть заменить архитекторов в сфере проектирования?». Проведено анкетирование потребителей, программистов и архитекторов. Выявлена зависимость соотношения мнений респондентов о возможности замены архитекторов нейронными сетями.

**Ключевые слова:** архитектор, нейронная сеть, сфера архитектурного проектирования.

**Abstract:** the article presents a study of the possibility of replacing architects with a neural network in the field of design. The analysis of neural network capabilities is presented. The questionnaire "Can a neural network replace architects in the field of design?" has been developed. A survey of consumers, programmers, and architects was conducted. The correlation

*of respondents' opinions on the possibility of replacing architects with neural networks has been revealed.*

**Key words:** *architect, neural network, architectural design field.*

Развитие архитектурного проектирования на протяжении последних десятилетий проходило через этапы постепенного внедрения нейронных сетей. Эти технологии научились анализировать большие массивы данных о стилях, архитектурных привычках и функциональных решениях и генерировать изображения, планы и 3D-модели необходимые архитектору, что сильно облегчает работу. Внедрение нейронных сетей стало закономерным этапом технологической трансформации архитектуры. Они изменили традиционные методы проектирования, автоматизируя рутинные задачи и предлагая новые подходы к генеративному созданию форм. Интеграция нейронных сетей в сферу архитектурного проектирования имеет большой потенциал, позволяя разрабатывать инновационные подходы к решению проблем, ранее считавшихся невыполнимыми. Однако, авторами статьи указывается на то, что нейронные сети не способны встать на замену архитекторов, являясь только инструментом в их руках.

*Объект исследования:* сфера архитектурного проектирования.

*Предмет исследования:* возможность замены архитекторов нейронной сетью в сфере проектирования.

*Цель исследования:* определение возможности замены нейронной сетью архитекторов в сфере проектирования.

*Задачи исследования:*

1. Проанализировать возможности нейронной сети в архитектурном проектировании;
2. Разработать анкеты «Может ли нейронная сеть заменить архитекторов в сфере проектирования?»;
3. Провести анкетирование потребителей, программистов и архитекторов;
4. Выявить зависимость соотношения мнений респондентов о возможности замены архитекторов нейронными сетями.

В статье используются следующие методы исследования: анализ, синтез, анкетирование, индукция.

В ходе заданной логики исследования в рамках первой задачи проанализируем возможности нейронной сети в архитектурном проектировании.

В федеральном законе об архитектурной деятельности в Российской Федерации сказано, что архитектурный проект - это «архитектурная часть документации для строительства и градостроительной документации, содержащая архитектурные решения,

которые комплексно учитывают социальные, экономические, функциональные, инженерные, технические, противопожарные, санитарно-эпидемиологические, экологические, архитектурно-художественные и иные требования к объекту в объеме, необходимом для разработки документации для строительства объектов, в проектировании которых необходимо участие архитектора»; (в ред. Федерального закона от 19.07.2011 № 248-ФЗ). В свою очередь архитектурная деятельность рассматривается как «профессиональная деятельность граждан (архитекторов), имеющая целью создание архитектурного объекта и включающая в себя творческий процесс создания архитектурного проекта, координацию разработки всех разделов проектной документации для строительства или для реконструкции (далее - документация для строительства), авторский надзор за строительством архитектурного объекта, а также деятельность юридических лиц по организации профессиональной деятельности архитекторов» [1].

В то время как в большой российской энциклопедии нейронные сети демонстрируются как «искусственные, многослойные высоко параллельные (т.е. с большим числом независимо параллельно работающих элементов) логические структуры, составленные из формальных нейронов» [2], в Указе Президента РФ от 10.10.2019 № 490 (ред. от 15.02.2024) «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (вместе с «Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года») большие генеративные модели – «модели искусственного интеллекта, способные интерпретировать (предоставлять информацию на основании запросов, например об объектах на изображении или о проанализированном тексте) и создавать мультимодальные данные (тексты, изображения, видеоматериалы и тому подобное) на уровне, сопоставимом с результатами интеллектуальной деятельности человека или превосходящем их» [3].

Современные нейронные сети способны выполнять множество задач, связанных с архитектурным проектированием, включая оптимизацию планировок и генерацию эскизов. Они обрабатывают большое количество данных и предлагают множество решений, что значительно ускоряет некоторые этапы работы. Однако на создание уникальных концепций и новых методов проектирования, эти технологии пока не способны.

К тому же отсутствие у нейронной сети социальных навыков тоже является одним из главных недостатков. Архитектурные проекты строятся на взаимодействии множества специалистов и заказчиков, что требует развитых навыков коммуникации, лидерства и командной работы [4]. Тогда как нейронная сеть хорошо справляется с обработкой данных и техническими задачами, именно человек задаёт направленность, глубину и

смысл архитектурным решениям [5]. Наряду с этим, значительной проблемой является дефицит качественных и обширных данных, необходимых для их обучения. Существующие базы часто неполны или закрыты для свободного доступа, что ограничивает потенциал технологий и требует вовлечения человека для фильтрации и интерпретации информации [6]. Отсутствие российских норм проектирования в базах у архитектурных программ и плагинов также затрудняет использование нейронных сетей с этой целью в нашей стране.

Правовые и нормативные аспекты внедрения нейронных сетей остаются неурегулированными. В частности, неопределённость, кто несёт ответственность за ошибки или нарушения в проекте. Это создаёт риски как для заказчиков, так и для исполнителей. Это порождает необходимость дальнейшей законодательной разработки в сфере архитектурного проектирования с использованием нейронных сетей [7].

Кроме того, создание, обучение и внедрение современных нейросетевых моделей требуют значительных финансовых вложений и технических ресурсов. Малые и средние архитектурные бюро часто не могут позволить себе использование таких технологий без внешней поддержки. Техническая сложность систем и необходимость непрерывного обновления вызывают дополнительные препятствия в широкомасштабном применении нейронных сетей [6].

Необходимо также учитывать влияние этих машин на рынок труда и профессию архитектора. Внедрение автоматизации порождает опасения по поводу утраты рабочих мест. Вместе с тем, новые технологии меняют структуру профессии и требуют от специалистов повышения квалификации и адаптации к новым инструментам. Отсюда следует, что нейронная сеть пока не выступает как самостоятельный разработчик, а служит вспомогательным ресурсом под контролем и руководством опытного архитектора [5].

Исследуя первую задачу, заключим, что нейронные сети неспособны заменить человеческое творчество и социальное взаимодействие. Проблемы с данными и нормативной ответственностью, высокие затраты на разработку и технические сложности несут неопределённые последствия для профессиональной сферы. Несмотря на возможности этих технологий, именно архитектор обеспечивает целостность, глубину и смысл проекта, направляя и контролируя работу интеллектуальных систем.

В рамках второй задачи разработаны анкеты «Могут ли нейронные сети заменить архитекторов?» (рис. 1). В рамках же третьей проведено анкетирование потребителей, программистов и архитекторов. В анкетировании участвовало 24 студента ПГУАС в качестве потребителей, 19 программистов и 6 архитекторов.

Рис. 1. Пример анкеты

При выявлении зависимости соотношения мнений респондентов о возможности замены архитекторов нейронными сетями использовались 5 вопросов. Результаты анкетирования получились неоднозначными (рис. 2):

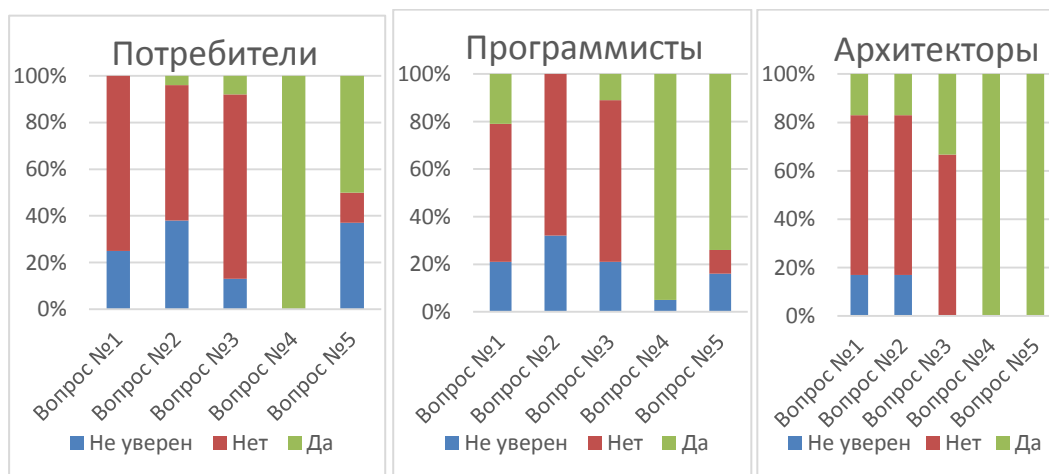


Рис. 2. Результаты анкетирования

На вопрос №1: «Доверили бы вы проектирование дома нейронной сети?» ответили, что не доверились бы 75% потребителей (18 респондентов), 58% программистов (11 респондентов) и 66% архитекторов (4 респондента). Доверились нейронной сети 21% программистов (4 респондента) и 17% архитекторов (1 респондент).

На вопрос №2: «Доверили бы вы проектирование дома архитектору без опыта работы?» 58% потребителей (14 респондентов), 68% программистов (13 респондентов) и 66% архитекторов (4 респондента) решили, что не доверились бы. Противоположную сторону приняли лишь 4% потребителей (1 респондент) и 17% архитекторов (1 респондент). А 38% потребителей (9 респондентов), 32% программистов (6 респондентов) и 17% архитекторов (1 респондент).

На вопрос №3: «Доверили бы вы проектирование дома архитектору без опыта работы, если бы он пользовался нейронными сетями?» 79% потребителей (19 респондентов), 68% программистов (13 респондентов), 66% архитекторов (4 респондента) не доверились бы. 8% потребителей (2 респондента), 11% программистов (2 респондента) и 33% архитекторов (2 респондента) ответили «Да». Воздержались 13% потребителей (3 респондента) и 21% программистов (4 респондента).

На вопрос №4: «Доверили бы вы проектирование дома опытному архитектору?» 100% потребителей и архитекторов ответили «Да» (24 и 6 респондентов соответственно). Однако среди программистов это число составило 95% (18 голосов), последние 5% (1 голос) ушли в ответ «Не уверен».

На вопрос №5: «Доверили бы вы проектирование дома опытному архитектору, если бы он использовал нейронные сети?» 50% потребителей (12 респондентов), 74% программистов (14 респондентов) и 100% архитекторов (6 респондентов) доверили бы проектирование опытному архитектору, если бы он использовал нейронные сети. Ответили, что не доверили бы 12,5% (3 респондента) потребителей и 10% программистов (2 респондента).

В рамках четвёртой задачи исследования выявлено, что уровень доверия к нейронным сетям среди архитекторов и потребителей недостаточно высок, чтобы можно было сказать, что людей в ближайшее время можно будет заменить новыми технологиями, зато у программистов, можно проследить тенденцию к большему доверию к машинам, чем к специалистам с малым опытом.

Совместное использование человеческого творчества и нейронной сети в архитектуре повышает эффективность и качество проектирования. Автоматизация рутинных процессов существенно ускоряет рабочий цикл и позволяет архитекторам

сосредоточиться на концептуальной работе и разработке инновационных идей. В результате специалисты получают больше времени для творческого поиска, что приводит к появлению уникальных и вдохновляющих проектов [4].

Кроме того, нейронная сеть позволяет эффективно обрабатывать большие объёмы данных. Благодаря этому проектирование становится более адаптивным и согласованным с современными требованиями градостроительства. Поэтому эти системы выступают не как замена, а как расширение профессиональных возможностей архитектора [8].

В результате настоящего исследования определено, что замена архитекторов нейронными сетями невозможна вследствие уникального характера творческого процесса, включающего интуицию, эмпатию и комплексный взгляд на задачи, свойственные человеку. К тому же проведённое анкетирование показало, что у потребителей нет достаточного уровня доверия к технологиям, чтобы можно было опираться на них как на главную составляющую работы архитектора. Таким образом, нейронные сети в архитектуре выступают не конкурентом, а партнером, позволяя специалистам сосредоточиться на концептуальных аспектах, принимая на себя функцию воспроизведения и обработки большого массива информации.

#### ***Библиографический список литературы:***

1. Федеральный закон «Об архитектурной деятельности в Российской Федерации» от 17.11.1995 № 169-ФЗ (последняя редакция) \ Консультант Плюс // Консультант Плюс. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_8344/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8344/) (дата обращения: 03.11.2025).
2. Нейронные сети. Большая российская энциклопедия // Большая российская энциклопедия. URL: <https://bigenc.ru/c/neironnye-seti-e734b3> (дата обращения: 03.11.2025).
3. Указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490 (ред. от 15.02.2024) «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (вместе с «Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года») \ Консультант Плюс // Консультант Плюс. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_335184/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_335184/) (дата обращения: 03.11.2025).
4. ИИ заменит архитекторов // Vavilon Project. URL: <https://vavilon-project.ru/tpost/pjnm1zi31-ii-zamenit-arhitektorov> (дата обращения: 03.11.2025).
5. Стоит ли архитектору бояться искусственного интеллекта? // TATLIN. URL: [https://tatlin.ru/articles/stoit\\_li\\_arxitektoru\\_boyatsya\\_iskusstvennogo\\_intellekta](https://tatlin.ru/articles/stoit_li_arxitektoru_boyatsya_iskusstvennogo_intellekta) (дата обращения: 03.11.2025).

6. «Какие вызовы и проблемы могут возникнуть при использовании искусственного интеллекта в архитектуре?» — Яндекс Кью // Яндекс Кью. URL: <https://yandex.ru/q/architecture/12808625665/> (дата обращения: 03.11.2025).

7. Риски использования искусственного интеллекта в работе архитекторов - Рамблер/новости // Рамблер/новости. URL: <https://news.rambler.ru/tech/52893727-riski-ispolzovaniya-iskusstvennogo-intellekta-v-rabote-arhitektorov/> (дата обращения: 03.11.2025).

8. Власова Е.Л., Власова М.Л., Боровикова Н.В., Карелин Д.В. искусственный интеллект в архитектурно-градостроительном проектировании // архитектура и современные информационные технологии. — 2023. — №. 4 (65). — С. 311-324.

## ПРИЧИНЫ И ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ УРБАНИЗАЦИИ В XXI ВЕКЕ

**Щур Дарья Андреевна**

*студентка 2-го курса архитектурного факультета*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»*

*e-mail: olga\_schur@mail.ru*

**Зиятдинов Зуфар Закиевич**

*кандидат архитектуры, доцент кафедры «Градостроительство»*

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»*

*e-mail: z.uf@yandex.ru*

## REASONS AND FACTORS OF URBANIZATION DEVELOPMENT IN THE 21ST CENTURY

**Shchur Darya Andreevna**

*a third-year student of the Architecture Faculty*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: olga\_schur@mail.ru*

**Ziyatdinov Zufar Zakievich**

*candidate of architecture, associate Professor of the Department  
of "Urban Planning"*

*FGBOU VO «Penza state University of architecture and construction»*

*e-mail: z.uf@yandex.ru*

**Аннотация:** дано объяснение различий смыслов понятий «причины» и «факторы». Показан постоянный рост урбанизации в мире. Выявлена фундаментальная причина развития мегаполисов. Выделены производственно-экономические, социальные и структурно-планировочные факторы развития урбанизации. Отмечено, что концентрация элементов системы всегда повышает интенсивность и эффективность ее функционирования. С ростом города усиливаются его социально-экономические преимущества. Со временем возрастает интенсивность безвозвратной миграции в города из прилегающих к ним сельских населенных пунктов.

**Ключевые слова:** мегаполис, экология, крупные и крупнейшие города, структурно-планировочные факторы, численность и плотность населения, городская среда.

**Abstract:** the article explains the differences in the meanings of the concepts "causes" and "factors." It shows the constant growth of urbanization in the world. The fundamental reason for the development of megacities is identified. The article highlights the production, economic, social, and structural-planning factors that contribute to the development of urbanization. It is

*noted that the concentration of system elements always increases the intensity and efficiency of its functioning. As cities grow, their socio-economic advantages become more pronounced. Over time, the intensity of permanent migration from rural areas to cities increases.*

**Key words:** *metropolis, ecology, large and largest cities, structural and planning factors, population size and density, urban environment.*

Начиная со второй половины XX века в экономически развитых странах мира сформировалась негативная оценка городов с позиций их крайне отрицательного влияния на экологию, особенно острую оценку экологической неприемлемости получают крупные и крупнейшие мегаполисы [1; 2; 3; 4; 5]. Отмечаются такие экологически вредные факторы, как сверхдопустимая концентрация в атмосферном воздухе выхлопных газов автомобилей, многократное превышение предельно допустимых концентраций тяжелых металлов в почвах земельных участков вблизи автодорог, безудержный рост свалок твердых бытовых токсичных отходов в результате функционирования, рост стрессовых нагрузок с увеличением численности населения городов, перенасыщенность городской среды электромагнитными полями [6; 7; 8; 9; 10] и др. Причем с ростом населения городов негативные факторы их функционирования усугубляются и требуют растущих затрат на нейтрализацию. Во многих государствах введены меры по ограничению роста крупнейших городских поселений. Развивается тенденция так называемого «бегства из городов», которая рассматривается как отражение неприятия населением городского образа жизни и как одна из причин массового распространения второго жилища (дачных и садовых участков) [11; 12].

Несмотря на общественное осознание негативного воздействия крупных и крупнейших городских структур на окружающую природную среду, доля городского населения в мире постоянно возрастает (рис. 1).

На сегодняшний день сложилась традиция в целом эко-негативного отношения к крупным и крупнейшим городам. До настоящего времени отсутствует сводная оценка позитивных качеств города. Возникает проблема объяснения, почему вопреки экологической несостоятельности города растут, какие силы способствуют экспансии городского образа жизни или, в широком смысле слова, – возникает проблема выявления причин и факторов развития урбанизации в XXI веке и чем они отличаются от резонансов роста городов в прошлые эпохи.

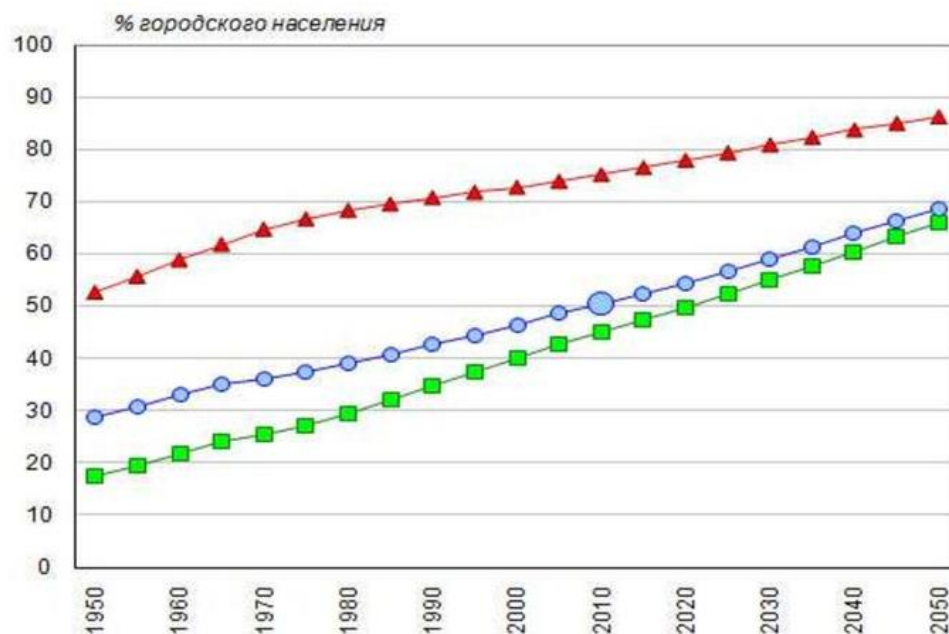


Рис. 1. Динамика доли городского населения в странах мира: красным отмечены экономически развитые страны, синим – мир в целом, зеленым – развивающиеся страны.

График построен авторами по данным источника: UNCHS (Habitat) (2001). Cities in a globalizing world: global report on human settlements. 2001.

London: Earthscan, –XXXVII –344p.

Методология научного познания проводит четкое различие между понятиями «причины» и «факторы». Различие состоит в том, что причины вызывают зарождения явления или процесса, а факторы усиливают развитие, придавая ему дополнительные импульсы. Поэтому причины по своему влиянию являются первичными, а факторы вторичными силами.

Теория систем утверждает, что рост количества и степени концентрации элементов системы всегда дает усиление эффективности процессов, которые происходят в данной системе, и позволяет достичь наиболее значимых результатов функционирования системы. Чем выше плотность размещения элементов в пространстве, тем интенсивнее взаимодействие между ними и выше результативность системы [2; 4].

В настоящее время процессы, происходящие в городах, изучаются такими дисциплинами, как градостроительство, урбанистика, социология города, теория систем, высшая математика, нейробиология, квантовая физика и др. Исследования городов на междисциплинарном уровне, позволили получить постулат о высокой эффективности городского образа жизни: в городах концентрируется, ускоряется и диверсифицируется экономические, социальные, структурно-планировочные, политические, культурологические, духовно-практические, креативно-художественные и другие

активности среди городского населения. Определяющими являются экономические выгоды, предоставляемые высокой численностью и плотностью населения. Такие выгоды генерируются посредством синергетических эффектов, возникающих как суммарная равнодействующая сила коллабораций между отдельными индивидами, группами и большими коллективами людей одинаковых и разных профессий, – чем больше численность взаимодействующих людей, тем выше качество и больше количество получаемых синергетических результатов.

Таким образом, притягательность городов для населения определяется их преимуществами относительно внегородских территорий.

Сосредоточение большого количества жителей и высокая плотность населения на территории города обуславливают высокий уровень разделения труда, которое дает преимущества в виде возможности каждому индивиду заниматься конкретным узкопрофильным видом деятельности. В результате формируются высокопрофессиональные специалисты, досконально владеющие выбранной профессией. Развивается острая конкуренция как между отдельными специалистами, так и производственными коллективами, действует закон «выживает сильнейший». Поэтому чем крупнее город, чем больше численность его населения, тем интенсивнее обмен опытом между участниками взаимодействий, тем больше эффективность производственно-экономических и социально-культурных коллабораций между отдельными людьми и коллективами, что отражается на росте производительности труда и повышении уровня доходов населения города. Это приводит к высоким темпам роста качества и уровня жизни в городах, в отличие от небольших городов и сельских поселков, где уровень жизни отстает сравнительно с крупными и крупнейшими мегаполисами. Эксплицитным индикатором успешности города как социально-экономической системы относительно малых населенных пунктов является постоянная безвозвратная миграция сельского населения в города и вымирание многих сельских территорий.

Фундаментальной причиной урбанизации (сосредоточение населения и деятельности в городах) является обусловленный развитием производительных сил общества научно-технологический прогресс, интенсивность которого возрастает с увеличением численности населения города.

Производственно-экономическими факторами экспансии городского образа жизни являются: плотная концентрация производств на городской территории и наличие интенсивных хозяйственно-экономических связей между ними с высокой степенью кооперации; высокий уровень предпринимательской активности в силу присутствия благоприятных условий для создания и развития новых малых предприятий (широкий

выбор сдаваемых в аренду помещений, широкая сеть банков и в связи с этим возможность получения кредитов на развитие бизнеса; относительно высокая культура производства с внедрением передовых инновационных технологий, что обеспечивает высокую производительность труда и высокий уровень средневзвешенных доходов работающих; обеспечиваемая высокой плотностью городского населения возможность сбыта местной непосредственно в городе расположения производства; более широкий (сравнительно с небольшими населенными пунктами) ассортимент продукции, выпускаемой предприятиями мегаполисов; полные замкнутые в пределах города производственные циклы, не требующие завоза комплектующих деталей из других регионов страны и мира; широкий набор мест приложения труда, включая редкие профессии, высокая концентрация высших учебных заведений, подготавливающих высокоинтеллектуальные кадры для местных предприятий.

К социальным факторам развития крупных и крупнейших городов относятся: возможность получения разностороннего специализированного образования, в том числе по редким специальностям; широкий спектр медицинских услуг с использованием передового, в том числе уникального, современного оборудования; наличие условий для занятий физкультурой и спортом, включая редкие виды спорта, такие, как, например, парашютный спорт, дельтапланеризм, шорт-трек, керлинг и др.; развитый сектор культурных мероприятий, проходящих в специально предназначенных зданиях и сооружениях: концертные залы, филармонии, библиотеки, музыкальные, хореографические и художественные школы, выставочные галереи, дворцы культуры цирк и т.д.; сеть клубов для занятий и общения по интересам: клубы охотников, юных моряков, полярников, дома художника, журналистов, архитекторов, офицеров и др.; расположение в крупных городских округах научно-исследовательских центров различной специализации, в которых ведутся инновационные разработки российского и международного уровней; развитая система онлайн-торговли посредством систем маркетплейсов – Weildberris, OZON, Yandex, Аптека.ру и др., – с возможностью быстрого заказа товаров, доставки курьерами до места проживания заказчика, и по относительно низким ценам. К социальным факторам относятся также высокие качество и уровень жизни горожан, большая длительность свободного времени жителей (согласно тенденции: чем крупнее город, тем больше средняя длительность свободного времени горожан).

Структурно-планировочные факторы развития урбанизации определяются более развитыми градостроительными характеристиками, присущими крупным и крупнейшим городским округам сравнительно с небольшими городами и сельскими поселками.

Крупные и крупнейшие города способствуют формированию и развитию такой современной системы расселения, как городские агломерации. Выявлена прямая тесная корреляционная зависимость между численностью населения города и коэффициентом развитости агломерации: чем крупнее город, чем больше в нем постоянных жителей, тем крупнее и развитее возглавляемая им городская агломерация. Коэффициент корреляции равен +0,88.

Чем крупнее город, тем большее разнообразие сред он представляет горожанам как потребителям архитектурно-городской среды. В большинстве крупных городов присутствует зона исторического центра, среда которой контрастирует с современной застройкой. В мегаполисах, сравнительно с небольшими городами и сельскими поселками, имеется большой диапазон зданий по этажности: малоэтажная усадебная застройка, жилье средней этажности, здания повышенной этажности, высотные дома высотой до 75 метров (не требующие специальных технических условий по пожарной безопасности), здания выше 75 м, а также небоскребы высотой от 150 м (рис. 2, 3).



Рис. 2. Небоскребы Москва-сити. Источник: поисковая интернет система Yandex.

Крупнейшие города предоставляют широкую палитру морфологических типов застройки, различающихся периодами возникновения: историческая застройка IVII-XIX веков, застройка периода социализма, в которой выделяются этапы послереволюционного строительства, сталинского ампира, панельных зданий так называемых «хрущевки» послевоенного времени, «брежневки» с улучшенной планировкой относительно предыдущих периодов, застройка этапа развитого социализма, застройка современной России. При передвижениях в крупных и крупнейших городских округах горожанин «потребляет» различные типы пространств с разнообразными характеристиками

городской среды, начиная от пространства дворовых территорий жилой группы, продолжая линейно-образными пространствами улиц и проспектов, городские площади для активизации общественной жизни и разбавления линейности структуры, пространства срединной зоны города, которые во многих городах представлены микрорайонной застройкой советского периода, пространства исторического центра с узкими улицами и фронтальной композицией застройки по их красным линиям, пространства окраинной части города – современные высотные жилые комплексы и микрорайоны.

В XXI веке крупнейшие городские поселения, в отличие от небольших городов, застраиваются многофункциональными жилыми комплексами, где наряду с жилыми функциями широко представлена функциональная программа общественного обслуживания: торговые помещения продовольственных и промышленных товаров, медицинское обслуживание (стоматолог, врач общей практики и т.д.), предприятия бытового обслуживания, юридические фирмы, банковские офисы, комнаты для временного пребывания детей и частные детские сады вместимостью до 10-15 мест и т.д. (рис. 4).



Рис. 3. Идея застройки микрорайона: пространство вокруг озера.

Источник: [https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Õhuvaade\\_Väike-Õismäe\\_äsumile.png](https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Õhuvaade_Väike-Õismäe_äsumile.png)

(дата обращения 18.11.2024)

Таким образом, экзистенциальной причиной развития урбанизации в XXI веке остается развитие производительных сил общества, которое усиливается и ускоряется по мере роста уровня концентрации населения в городах, особенно крупных и крупнейших, где с наибольшей силой проявляются позитивные социальные, экономические и структурно-планировочные преимущества взаимодействий отдельных индивидов и коллективов в виде роста производительности труда и эффективности производства.

Экономические факторы сводятся к более высокому среднему уровню доходов населения крупнейших мегаполисов сравнительно с городами меньшей численности населения.

Социальные факторы развития урбанизации состоят в предоставляемой жителям крупных городов возможности использовать инфраструктуру объектов общественного обслуживания, состав и удаленность которых тем доступнее, чем крупнее городской округ.

По критерию разнообразия структурно-планировочных решений также действует принцип: чем крупнее город, тем больше градостроительных, архитектурных и дизайнерских возможностей он предоставляет для своих жителей как потребителей городской среды.

В настоящий период рост городов ускоряется в силу роста мобильности граждан и развития центростремительной безвозвратной миграции населения пригородных зон в города-административные центры регионов. Социально-экономические синергетические эффекты, возникающие в результате функционирования сверхсложных градостроительных систем, создают разницу потенциалов между крупно-городскими территориями и землями за их пределами и вызывают усиление маятниковых миграций жителей пригородных зон в ядра городских агломераций. Чем крупнее агломерационное ядро, чем больше его население, тем бо́льшую центростремительную силу движения оно вызывает.

#### ***Библиографический список литературы:***

1. В.В. Владимиров. Урбоэкология : Конспект лекций. Москва, Международный независимый эколого-политологический университет (МНЭПУ). 1999. 202 с.
2. Моисеев Ю.М. Управление будущим: контекст градостроительных перспектив // Архитектура и строительство России. 2019. №1. С.10-17.
3. Зиятдинов Т.З. Мегалополисы: причины, масштабы, характеристики и проблемы развития // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2021. № 8. С. 35-44.
4. Зиятдинов Т.З. Методологические предпосылки градостроительного реагирования на глобальные вызовы // Архитектон: известия вузов. – 2021. – № 1(73). – URL: [http://archvuz.ru/2021\\_1/12/](http://archvuz.ru/2021_1/12/)
5. Зиятдинов З.З., Зиятдинов Т.З. Тенденции развития архитектуры Пензы в XXI веке // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2019. № 4 (23). С. 197-206.

6. Шубенков М.В., Шубенкова М. Ю. К вопросу поиска сбалансированного сосуществования природных и урбанизированных территорий // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2019. № 3(27). С. 3–16.
7. Ответы на вызовы быстрорастущих мегаполисов. Возможности технологий // Urban agenda. 2016. № 6. С. 13.
8. Зиятдинов Т.З. Градостроительные принципы формирования современной городской среды // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2019. № 1(20). С. 201-212.
9. Зиятдинов Т.З. Градостроительный анализ развития микрорайонов массовой многоквартирной застройки (на примере Пензы) // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2018. № 2(15). С. 177-190.
10. Зиятдинов З.З. Паттерны композиционно-градостроительных идей застройки жилых комплексов и микрорайонов // Архитектон: известия вузов. 2025. №1(89). URL: [http://archvuz.ru/2025\\_1/16/](http://archvuz.ru/2025_1/16/)
11. Зиятдинов З.З. Дифференциация проектных решений по архитектурно-художественным критериям // Архитектон: известия вузов. 2024. №4(88).
12. Зиятдинов З.З., Зиятдинов Т.З. Рост этажности многоквартирной застройки в крупных городах // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2019. № 5(24). С. 179-190.